

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Bejaia
Faculté des Sciences Exactes



Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme de master professionnel
Domaine: *Mathématique et informatique* **Filière:** *Informatique*
Spécialité: *Administration et sécurité des réseaux*

Thème

**Migration de l'infrastructure réseau traditionnelle vers
une infrastructure réseau hyperconvergée**

Réaliser par
BENKERROU Nadir&OUATMANI Mourad

Jury composé de:

Présidente Chelouah Leila

Examinatrice Tiab Amel

Promotrice Bachiri Lina

Promotion 2019/2020

Remerciements



Nous remercions tout d'abord Dieu, le tout puissant de nous avoir accordé santé, courage et foie.

*Nous adressons en particulier nos remerciements à notre promotrice **M^{me} BACHIRI Lina** qui nous a fait un grand honneur en dirigeant ce travail ainsi qu'en nous guidant tout au long de sa réalisation.*

Nos remerciements vont également à :

***M^{me} CHELOUAH Leila** pour l'honneur qu'elle nous fait de présider et à*

***M^{me} TIAB Amel** d'avoir accepté d'examiner notre travail.*

Nous tenons à formuler notre gratitude et nos profondes reconnaissances à l'égard de nos parents pour leurs indéfectibles soutiens durant tout notre cursus.

Afin de n'oublier personne, nos vifs remerciements



Dédicace

Je dédié ce travail

A ma chère mère,

A mon cher père Allah Irrahmou,

Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

A tous mes chers frères et sœurs

Pour leurs soutiens moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études.

À tous mes amis

Pour leurs amours, aides, supports et encouragements dans les moments difficiles.

*Sans oublier mon cher binôme **Nadir** pour son soutien, sa patience, sa compréhension tout au long de ce travail.*

Mourad

Dédicace

Je dédié ce travail

A ma chère mère,

A mon cher père Allah Irrahmou,

Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

A tous mes chers frères et sœur

Pour leurs soutiens moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études.

A ma chère copine Eldjida

Qui n'a pas cessé de m'aimer, conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études.

À mes amis : Idris et Mohand

Pour leurs amours, aides, supports et encouragements dans les moments difficiles.

*Sans oublier mon cher binôme **Mourad** pour son soutien, sa patience, sa compréhension tout au long de ce travail.*

Nadir

Sommaire

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale.....1

Chapitre I : Généralités sur l'infrastructure réseau et la virtualisation

I.1.Introduction.....2

I.2.Définition du concept infrastructure réseau2

I.3.Différentes infrastructures réseau pour l'entreprise.....2

I.4.Rôle et importance d'une infrastructure réseau en entreprise.....3

I.5.Qualités d'une bonne infrastructure réseau.....3

I.6.Evaluation de la performance d'une infrastructure réseau.....5

I.7.Hébergement d'une infrastructure réseau5

I.8.Principaux composants d'un réseau informatique5

I.9.Présentation de la virtualisation7

I.9.1.Qu'est- ce que la virtualisation7

I.9.2.Histoire de la virtualisation8

I.9.3.Avantages de la virtualisation9

I.9.3.1.Réduction des coûts9

I.9.3.2.Qualité de service améliorée9

I.9.3.3.Simplification des tâches d'administration 10

I.9.4.Hyperviseurs 13

I.9.4.1.Qu'est-ce qu'un hyperviseur 13

I.9.4.2.Types d'hyperviseurs 13

I.9.4.3.Hyperviseurs sur le marché..... 16

I.9.5.Sécurité de virtualisation..... 16

I.9.5.1.Sécurité 16

I.9.5.2.Risques liés à la virtualisation..... 16

I.9.5.3.Recommandations.....	18
I.10.Conclusion	18

Chapitre II : Les soucis des réseaux d’entreprises et proposition de la solution

II.1.Introduction	20
II.2.Problématique.....	20
II.3.Définition de l’infrastructure hyperconvergée	21
II.4.Evaluation des DataCenter au fil des années.....	21
II.4.1.DataCenter de l’antiquité.....	21
II.4.2.DataCenter moyenâgeux.....	23
II.4.3.DataCenter de la renaissance	24
II.4.4.DataCenter du monde moderne	25
II.5.Avantages et inconvénients du modèle hyperconvergée.....	26
II.6.Solution hyperconvergée de Microsoft.....	27
II.6.1.Présentation de Windows server 2016.....	27
II.6.2.Nouveautés de Windows server 2016.....	28
II.6.3.Couches du modèle hyperconvergée	29
II.6.3.1.Couche réseau.....	29
II.6.3.2.Couche matérielle	29
II.6.3.3.Couche stockage	30
II.6.3.4.Couche computer.....	30
II.7.Conclusion	30

Chapitre III : Technique de mise en place de la solution

III.1.Introduction	32
III.2.Installation de Windows server 2016	32
III.3.Installation des rôles et fonctionnalités	33
III.3.1.Installation d’un contrôleur de domaine ADDS et DNS.....	33
III.3.2.Installation de l’hyper-v	35
III.3.3.Installation de la fonctionnalité FailoverClustering	36

III.4.Prés requis réseaux	37
III.4.1.Bande passante requise.....	37
III.4.2.Remote Direct Memory Access (RDMA).....	38
III.4.2.1.Implémentation de RDMA supporté	38
III.4.3.Exemple de matériels	38
III.5.Conception réseau du cluster.....	39
III.6.Prés requis serveurs et stockage	40
III.6.1.Prés requis serveurs	40
III.6.2.Cartes HBA	40
III.6.3.Prés requis stockages.....	40
III.7.Fonctionnement de Software Storage Bus	41
III.8.Déploiement d'un cluster Storage Spaces Direct.....	42
III.8.1.Configuration des machines virtuelles	43
III.8.1.1.Joindre les machine virtuelle au domaine	43
III.8.1.2.Configuration réseau	44
III.8.2.Activation de la Nested Hyper-v	44
III.8.3.Activation du RDMA	45
III.8.4.Création du cluster	45
III.8.4.1.Installation des rôles et les fonctionnalités sur les VMs	45
III.8.4.2. Test du cluster	46
III.8.4.3. Montée du cluster	46
III.8.5. Ajout d'un quorum (témoin de nuage) au cluster.....	47
III.8.6.Activation de Storage Spaces Direct (S2D) sur le cluster.....	49
III.9.Déploiement d'un Storage Pool et de Storage Spaces	50
III.9.1. Déploiement d'un Storage Pool	50
III.9.2. Déploiement d'un Storage Spaces.....	51
III.9.2.1.Création d'un Cluster Shared Volume	52
III.10.Création d'une machine virtuelle ou application	53
III.11.Ajout et suppression d'un nœud.....	55
III.11.1.Ajout d'un nœud.....	55
III.11.2.Suppression d'un nœud	56

III.12.Monitoring (suivi) de la solution et Health Service	56
III.12.1.Health Service et comment ça fonctionne ?	56
III.12.2.Solution de Monitoring	58
III.13.Conclusion.....	60
Conclusion générale	61
Références bibliographiques	

Liste des figures

1	Infrastructure réseau	6
2	Schéma représentant le concept de la virtualisation	7
3	Les différents types de virtualisation	11
4	Hyperviseur type1	13
5	Hyperviseur type2	15
6	DataCenter de l'antiquité	21
7	Schématisation du DataCenter de l'antiquité	22
8	DataCenter moyenâgeux	23
9	Schématisation du DataCenter moyenâgeux	23
10	DataCenter de la renaissance	24
11	Schématisation du DataCenter de la renaissance	25
12	Schématisation du DataCenter Hyperconvergée	26
13	La stack hyperconvergée de Microsoft	31
14	Fenêtre installation de Windows Server 2016	32
15	Version de Windows Server à installer	32
16	Lancement de l'installation	33
17	Windows Server 2016 installé	33
18	Les rôles des ADDS et DNS installés	34
19	Domaine installé	35
20	Le rôle Hyper-V installé	36
21	Installation de la fonctionnalité Failover Clustering	37
22	Schéma expliquant la nécessité d'un minimum de 10GbE en bande passante	37
23	Exemple d'une conception réseau	39
24	Représentation schématique du fonctionnement de SSB	42
25	VMHCI01	43
26	Joindre la machine VMHCI01 au domaine	44

27	Les cartes réseau la MV configurées	44
28	Commande d'activation de la Nested Hyper-V	45
29	Activation de RDMA	45
30	Installation des fonctionnalités	46
31	Tester le cluster	46
32	Création du Cluster-Hyv02	46
33	Cluster-Hyv02	47
34	Configuration du témoin Cloud	48
35	Témoin Cloud ajouté	49
36	Commande d'activation de S2D	49
37	S2D activé	50
38	Storage Pool	51
39	Récupération du nom de Storage Pool	52
40	Création du volume sur le Cluster-Hyv02	52
41	Volume crée	53
42	Spécification du choix de nœud	53
43	Spécification du nom et le volume	54
44	Machine virtuelle (MaVM) crée	55
45	Test de la possibilité d'ajout	55
46	Ajout du nœud VMHCI05 au cluster	56
47	Capacité du Storage Pool augmente	56
48	Suppression du nœud VMHCI05	56
49	Schéma du fonctionnement de Health Service	57
50	Interface SCOM	58
51	Interface DataOn Must	59
52	Interface Log Analytics	59

Liste des tableaux

I	Classification des Hyperviseurs selon leurs types	16
II	Disques requis	41

Liste des abréviations

AD : Active Directory

ADFS: Active Directory Federation Services

ADDS : Active Directory Domaine Service

API : Application Programming Interface

CP: Control Program

CMS:Cambridge Monitor System

CPU : Central Processing Unit

CSV : Cluster Shared Volume

DFM : Design For Manufacturing

DNS : Domain Name System

DSRM : Directory Services Restore Mode

Data On MUST: Data On Management Utility Software Tool

FT: Fault Tolerance

HA: High Availability

HBA: Host Bus Adapter

HDD: Hard Disk Drive

IBM: *International Business Machines*

IOPS: Input/Output Operations Per Second

IIS: Internet Information Services

iWARP: internet Wide Area RDMA Protocol

IP: Internet Protocol

IT: Information Technology

JBOD: Just a Bunch Of Disks

KVm:Kernel-based Virtual Machine

LAN: Local Area Network

LDAP: Lightweight Directory Access Protocol

LUN: Logical Unit Number

MV: Machine Virtuelle

MIM: Microsoft Identity Manager

NAS: Network Attached Storage

NVMe: Non-Volatile Memory express

OSI:Open Systems Interconnexion

OS: Operating System

PRA: Plan de Reprise d'Activité

PAM: Pluggable Authentication Modules

QoE:Quality of Experience

QoS: Quality of Service

RAM:Random Access Memory

RDMA: Remote Direct Memory Access

ReFS : Resilient File System

RoCE: RDMA over Converged Ethernet

RTTP: Real Time Transport Protocol

SAN: Storage Area Network

SSO: Single Sign-On

SMB: Server Message Block

SSD: Solid-State Drive

SSB: Software Storage Bus

S2D: Storage Spaces Direct

SCOM: System Center Operating Manager

VT: Virtualization Technology

WAN: Wide Area Network

WLAN: Wireless Local Area Network

Introduction
Générale

La mise en place d'une infrastructure réseau constitue une obligation pour toute société moderne et ambitieuse souhaitant être plus efficace et compétitive. Elle revient à être le centre du noyau de l'entreprise et un véritable point névralgique de son activité. Les données informatiques nécessaires au fonctionnement de l'activité de l'entreprise sont d'une importance capitale. De ce fait, le bon fonctionnement des équipements réseaux et les logiciels favorisent une transmission rapide et sécurisée des données, et par conséquent, offrir un certain niveau de croissance remarquable.

Pour rester compétitive et maintenir sa croissance, l'entreprise doit saisir les opportunités qui permettront à son infrastructure informatique de rester « agile ». En d'autres termes, la compétitivité de l'entreprise se mesure à son agilité. Il s'agit d'un défi de tous les instants, alors que les obstacles sont nombreux et parfois imprévisibles.

Dans ce contexte, le marché des infrastructures informatiques connaît une transformation énorme. La transformation la plus importante se traduit par la grande tendance : l'hyperconvergence. Cette tendance est la réponse robuste et fiable aux multiples problèmes que rencontrent les entreprises, tels que l'encombrement, la complexité et le coût élevé des infrastructures ; elle représente des tentatives de simplifier les technologies d'information et de réduire le coût global de la propriété des infrastructures.

Le marché de l'hyperconvergence est un marché en pleine croissance, car aujourd'hui les entreprises sont de plus en plus nombreuses à transformer leur IT en recourant aux infrastructures hyperconvergées.

Notre travail vise à étudier l'impact de la migration d'une infrastructure traditionnelle à une infrastructure hyperconvergée et la façon dont on peut tirer pleinement de ces avantages ainsi la manière dont elle doit être mise en place.

Ce mémoire se compose de trois chapitres organisés comme suit :

- ✓ Le premier chapitre porte sur des généralités sur l'infrastructure réseau et la virtualisation.
- ✓ Le deuxième chapitre porte sur les soucis des réseaux d'entreprises et proposition de la solution.
- ✓ Le dernier chapitre porte sur la technique de la mise en place de la solution hyperconvergée de Microsoft.
- ✓ Enfin, nous terminerons ce mémoire par une conclusion générale.

Chapitre I

I.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous commençons dans une première partie par la présentation de l'infrastructure réseau et toutes ses technologies, ensuite nous allons spécifier le rôle et l'importance d'une infrastructure réseau et son hébergement, puis dans une deuxième partie nous mettons l'accent sur les principaux concepts relatifs à la virtualisation, son évolution, ses avantages et inconvénients et son impact sur les entreprises.

I.2. Définition du concept infrastructure réseau.

L'infrastructure réseau désigne l'ensemble des hardwares et softwares indispensables à la connexion réseau des équipements informatiques d'une entreprise. Avec la mise en place d'une infrastructure, les agents d'une société transmettent et échangent en toute sécurité des données. Ils accèdent à Internet et à des applications spécifiques. Les infrastructures réseau se démarquent généralement par leur portée géographique, la technologie exploitée pour le transfert des fichiers, les types de signaux ainsi que les connexions et les liaisons physiques utilisées.[2]

I.3. Les différentes infrastructures réseau pour l'entreprise

Suivant la typologie de l'entreprise, il faut mettre en place une infrastructure réseau qui convient le mieux à la structure.

- **Le réseau LAN (Local Area Network ou réseau local) :** destiné à un endroit limité comme un bâtiment, une maison, une école, le réseau LAN peut supporter des centaines d'utilisateurs sur un lieu donné. [1]
- **Le réseau WAN (Wide Area Network) :** ou réseau étendu, est un réseau informatique ou un réseau de télécommunications couvrant une grande zone géographique, typiquement à l'échelle d'un pays, d'un continent, ou de la planète entière Internet constitue le réseau WAN le plus populaire et bien sûr le plus étendu à travers le monde. [1]
- **Le réseau WLAN (Wireless LAN) :** est quant à lui un réseau local sans fil qui utilise des ondes radio afin de garantir la circulation d'informations entre les équipements reliés entre eux. Il est identique au LAN mais ne nécessite pas l'utilisation d'un câble.[1]

I.4. Rôle et importance d'une infrastructure réseau en entreprise

- Une infrastructure réseau a pour objectif de centraliser les données d'une entreprise afin de simplifier leur échange sécurisé et la communication entre les agents. Elle contribue à une amélioration des procédures décisionnelles et elle booste sensiblement la performance et la productivité de la société concernée. [2]

La mise en place d'une infrastructure favorise une réduction importante des impressions sur papier. Cet outil joue également d'autres rôles déterminants défini ci-dessous :

- Une infrastructure réseau assure une gestion optimale de la connexion via le serveur. Celui-ci peut surveiller et filtrer les accès aux sites par le biais d'un système d'autorisation. Par exemple, il pourrait empêcher les collaborateurs d'atterrir sur des plateformes de jeux aux heures de service.
- L'infrastructure de réseau permet également la sauvegarde en continu des données d'une société. Le serveur conserve automatiquement les fichiers sensibles et vous pourrez les récupérer en cas de suppression par erreur ou après un dysfonctionnement imprévu de votre ordinateur. L'enregistrement s'effectue généralement de manière chronologique. Cela garantit la disponibilité des documents originaux, y compris après leur modification. [2]

I.5. Les qualités d'une bonne infrastructure réseau

- Pour bénéficier des principaux atouts d'une infrastructure réseau, il faut s'assurer de la pertinence du choix et de la réactivité du système installé. Voici les critères majeurs qu'il faut prendre en compte lors de l'analyse : [2]

❖ La performance des applications

- Une excellente infrastructure réseau doit permettre un fonctionnement idéal des logiciels et programmes. Les agents ne pourront pas travailler dans de bonnes conditions s'ils ne parviennent pas à effectuer les opérations en temps réel, on doit s'assurer donc de la mise en place d'un réseau performant. On privilégie des solutions capables d'améliorer la productivité des collaborateurs et de booster leur rendement. [2]

❖ Une infrastructure réseau modulaire

L'environnement et les contraintes d'une entreprise évoluent constamment. L'infrastructure réseau doit autoriser la mise en place de nouveaux produits et de fonctionnalités récentes sans entraîner des bugs. On choisit un système modulaire qu'on pourra adapter à nos exigences en matière de performances. [2]

❖ La continuité du système

Toute interruption de l'infrastructure réseau pourrait avoir de lourdes conséquences sur le fonctionnement normal de la société. Les agents ne pourront plus exécuter leurs tâches. Les clients n'obtiendront pas satisfaction et l'entreprise perdra de l'argent. Il faut favoriser donc un système informatique qui garantit une disponibilité permanente du data center et un accès ininterrompu à Internet. [2]

❖ La sécurité

Une bonne infrastructure réseau doit garantir la protection des applications et les données. Elle doit mettre l'entreprise à l'abri des risques des attaques, des fuites ou vols des informations confidentielles. [2]

❖ L'uniformisation des accès

Certaines infrastructures réseau comprennent différents profils d'utilisateurs. Ils autorisent la connexion des dirigeants, des collaborateurs ou des clients. La vérification que le système distingue différents niveaux de sécurité qui prend en compte les types d'utilisateurs est indispensable. Chaque groupe d'acteurs doit pouvoir accéder sans bug à des informations et à des applications bien précises. [2]

❖ La capacité de stockage

Une infrastructure réseau sauvegarde des données en continu. Cela exige un espace de stockage important. Le système doit disposer suffisamment de capacité pour une conservation durable et pluri-annuelle des informations. Cela préservera des extensions onéreuses ou des migrations de fichiers complexes et peu pratiques. [2]

I.6. Évaluation de la performance d'une infrastructure réseau

Pour profiter véritablement des avantages d'une infrastructure réseau, l'entreprise doit mesurer périodiquement l'efficacité du système en place. Pour cela elle détermine la QoE (Qualité d'Expérience Utilisateur) de son système informatique qui sert à mesurer la performance des prestations proposées et évaluer la satisfaction des utilisateurs de l'infrastructure réseau. Elle tient essentiellement compte le temps de réponse après une requête. En fonction des observations relevées, on prend des dispositions pour apporter des corrections techniques en vue de rétablir la performance du réseau. [2]

I.7. Hébergement d'une infrastructure réseau

En matière d'hébergement, plusieurs solutions s'offrent aux entreprises :

- L'infrastructure physique, dite on premise : l'ensemble des équipements (routeurs, serveurs, Switch, etc.) est hébergé sur le site de l'entreprise.
- L'infrastructure dans le cloud : l'entreprise sous-traite l'installation, la gestion et la maintenance de ces équipements à un prestataire externe, donc lesdits équipements sont situés hors des locaux de l'entreprise. [3]

I.8. Les principaux composants d'un réseau informatique

- **Les serveurs** : Un serveur informatique offre des services accessibles via un réseau. Il peut être matériel ou logiciel, c'est un ordinateur qui exécute des opérations suivant les requêtes effectuées par un autre ordinateur appelé « client ». C'est pourquoi on entend souvent parler de relation « client/serveur ». [4]
- **Poste clients** : Ordinateur de bureau utilisé par un utilisateur. Il supporte le dialogue interactif avec l'utilisateur au travers d'interfaces le plus souvent graphiques. Il relie généralement l'utilisateur à des applications externes et un réseau. Il est en général équipé des applications de bureautique traditionnelles. [5]
- **Commutateurs** : Un boîtier doté de quatre à plusieurs centaines de ports Ethernet, et qui sert à relier en réseau différents éléments du système informatique. Il permet notamment de créer différents circuits au sein d'un même réseau, de recevoir des informations et d'envoyer des données vers un destinataire précis en les transportant via le port adéquat. [6]

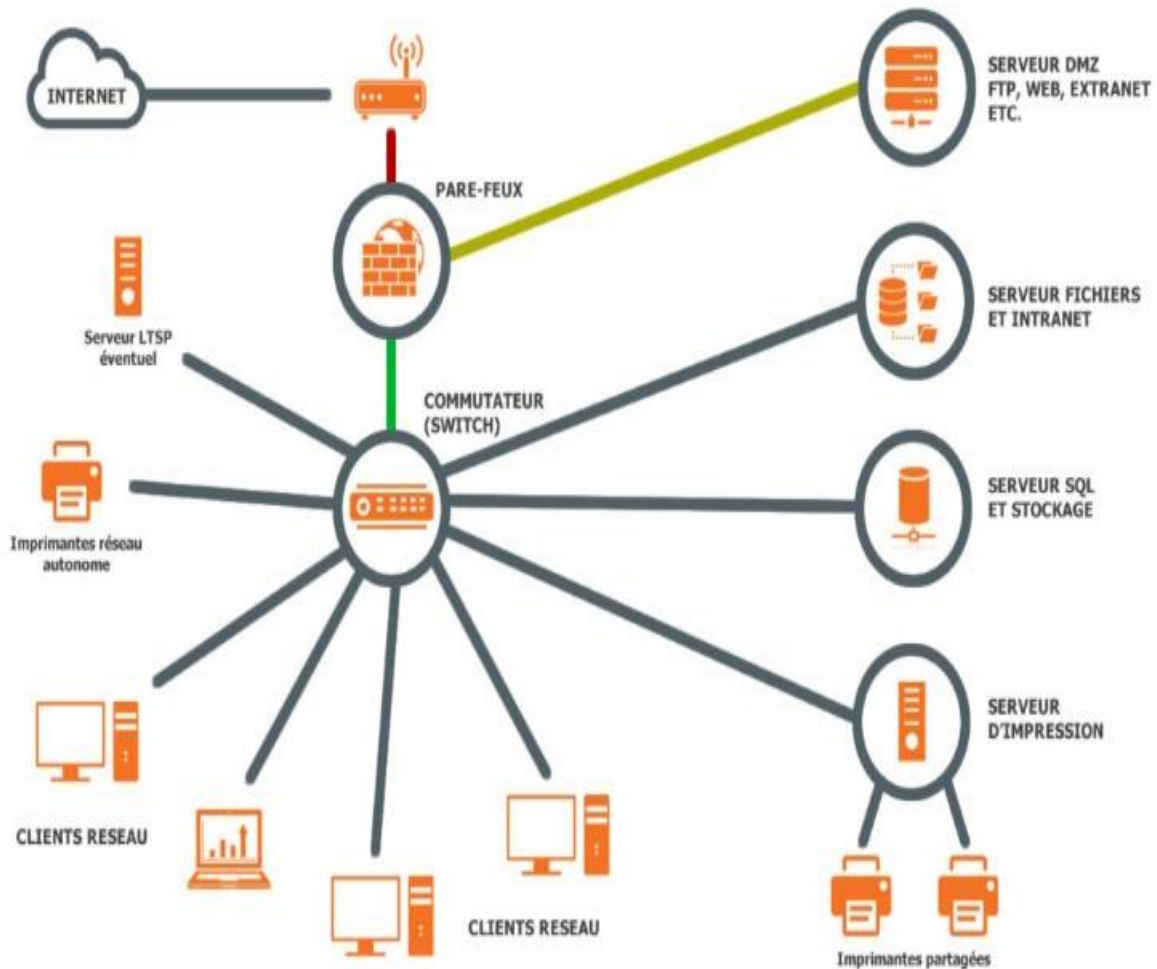


Figure 01 : Infrastructure réseau

- **Routeurs** : Un routeur est un élément intermédiaire dans un réseau informatique assurant le routage des paquets. Son rôle est de faire transiter des paquets d'une interface réseau vers une autre, selon un ensemble de règles formant la table de routage. C'est un équipement de couche 3 du modèle OSI. [7]
- **Logiciel et applications** :

Un logiciel fait référence à tout programme ou donnée stocké sur l'ordinateur. Il est défini comme un ensemble de programmes, procédures, algorithmes et sa documentation liés au fonctionnement d'un système de traitement de données.

Une application, est un logiciel informatique conçu pour aider l'utilisateur à effectuer diverses tâches sur l'ordinateur. Une application diffère d'un logiciel système, c'est qu'il peut

être consulté par l'utilisateur et lui permet de l'exécuter sur l'ordinateur. L'application est généralement conçue pour l'utilisateur. [8]

- **Les pare-feu :** Un pare-feu est un appareil de protection du réseau qui surveille le trafic entrant et sortant et décide d'autoriser ou de bloquer une partie de ce trafic en fonction d'un ensemble de règles de sécurité prédéfinies. Ils établissent une barrière entre les réseaux internes sécurisés et contrôlés qui sont dignes de confiance et les réseaux externes non fiables tels qu'Internet. Un pare-feu peut être un équipement physique, un logiciel ou une combinaison des deux. [9]

I.9. Présentation de la virtualisation

I.9.1. Qu'est-ce que la virtualisation ?

La virtualisation est un ensemble de techniques logicielles et/ou matérielles qui permet de faire tourner plusieurs systèmes d'exploitation sur une même machine physique. [10]

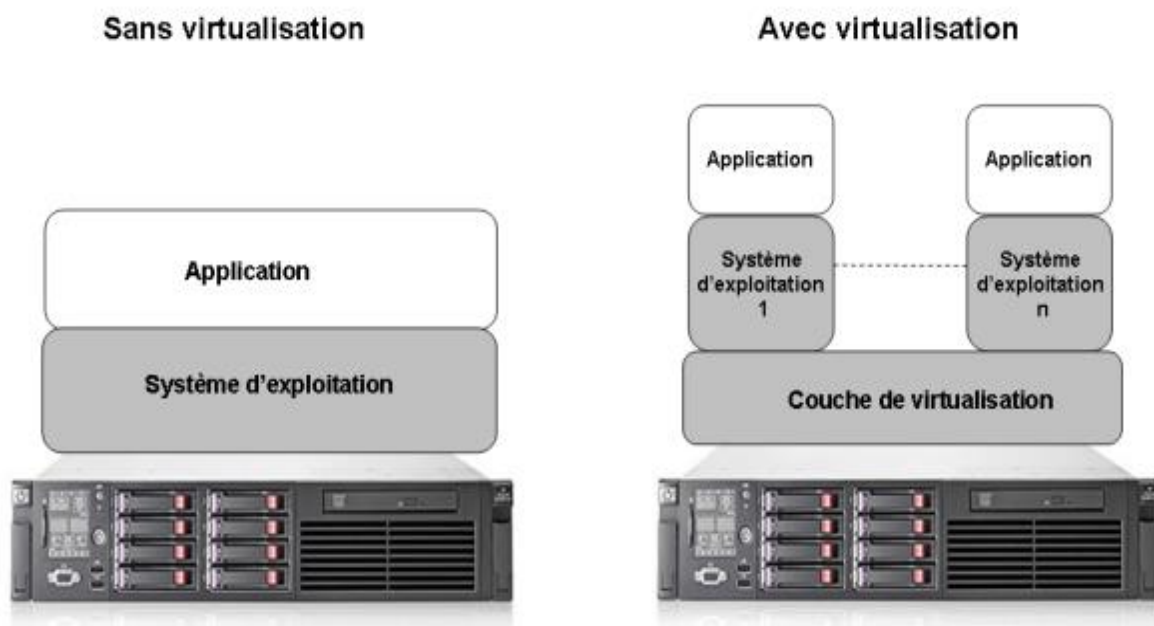


Figure 02 : Schéma représentant le concept de la virtualisation

NB : Sans virtualisation, un seul système d'exploitation peut tourner sur une machine physique alors qu'avec la virtualisation il est possible d'en faire tourner plusieurs.

I.9.2. Histoire de la virtualisation

La virtualisation apparaît dès les années 1960 avec un premier système de virtualisation de serveurs réalisés par IBM. À cette époque, l'informatique est peu présente et seules quelques entreprises sont équipées de gros calculateurs, les mainframes. Les mainframes sont des ordinateurs centralisés de grande puissance chargée de gérer les sessions d'utilisateurs des différents terminaux qui lui sont reliés. Tous les traitements sont réalisés par l'ordinateur central. L'utilisation de mainframes présente déjà des soucis d'optimisation de leurs ressources matérielles, ces supercalculateurs étant parfois sous-utilisés. Pour répondre à cette problématique, un premier système est introduit en 1967 par le centre de recherche d'IBM de Cambridge sur l'ordinateur 360/67. Ce système nommé CP/CMS est basé sur un générateur de machines virtuelles (CP) et un logiciel interactif d'interprétation de commandes (CMS) est considéré comme le premier système de virtualisation de serveurs. [11]

Les années 1980-1990 voient apparaître l'architecture x86 et la commercialisation à large échelle des ordinateurs personnels (PC). L'informatique se fait alors plus présente dans les entreprises et le calcul n'est plus restreint à un ordinateur centralisé. Pour autant, certains traitements nécessitent d'être réalisés de manière partagée comme c'est le cas pour l'accès à une base de données et doivent être accessibles à un ensemble d'utilisateurs. Ce constat entraîne l'émergence de l'informatique distribuée, c'est-à-dire l'introduction d'applications "client-serveur". Le développement par Microsoft et Linux de ces applications sur plateforme x86 a fait des serveurs x86 une norme pour l'industrie. Cette normalisation entraîne de nouveaux défis aussi bien en termes d'exploitation que d'infrastructure des systèmes distribués. Parmi les défis on peut citer : [11]

- ✓ Faible utilisation de l'infrastructure
- ✓ Augmentation des coûts de l'infrastructure physique
- ✓ Augmentation des coûts de gestion des postes de travail
- ✓ Utilisation à haute maintenance préventive et curative

La faible utilisation de l'infrastructure et l'augmentation des coûts de l'infrastructure vont devenir deux problématiques importantes du fait de l'introduction du processeur multicœur. De nombreuses applications étant de nature séquentielle, elles n'exploitent qu'un cœur par processeur entraînant de facto une faible utilisation des ressources. Il est alors nécessaire de partager et mutualiser des ressources de calcul entre plusieurs applications. Cette problématique recoupe celle de l'introduction des machines virtuelles dans les années 1960 entraînant ainsi le retour en force de la virtualisation. Pour répondre au défi des serveurs

x86 et en faire des plates-formes partagées, VMware introduit dans les années 2000 le concept de virtualisation totale du matériel x86. À partir des années 2000 ce n'est qu'une question d'évolution. [11]

I.9.3. Les avantages de la virtualisation

Les principaux avantages de la virtualisation sont les suivants :

I.9.3.1. Réduction des coûts

L'adoption de la virtualisation dans les entreprises est fulgurante car elle permet avant tout de faire des économies. Les économies réalisées peuvent aller jusqu'à 20% à 40% ou plus dans certains cas. [10]

❖ Réduction des coûts matériels

La virtualisation rationalise les équipements composant le Datacenter. Cette réduction du nombre d'équipements matériels nécessaire au bon fonctionnement de l'infrastructure à savoir les switches, les KVM, onduleurs racks... permet de réduire les coûts matériels ainsi que les coûts de maintenance associés. [10]

❖ Réduction de la facture énergétique

La rationalisation de l'infrastructure réduit naturellement la consommation électrique du Datacenter ainsi que les besoins en climatisation. La fonctionnalité DFM optimise la consommation en ne laissant en fonctionnement qu'un nombre minimum de serveurs. [10]

I.9.3.2. Qualité de service améliorée

❖ Réduction du temps d'indisponibilité des applications critiques

Certaines fonctionnalités évoluées de hautes disponibilités telles que HA ou FT de VSpher permettent de réduire les interruptions de service. Les niveaux de qualité de service demandés par l'entreprise peuvent ainsi être honorés. [10]

❖ Provisioning instantané

La virtualisation révolutionne les méthodes traditionnelles de gestion des serveurs et leur exploitation. Le provisioning instantané permet de mettre en service un nouveau serveur facilement et en quelques minutes là où il fallait plusieurs semaines en environnement traditionnels physiques. Cela change complètement l'échelle de temps et permet aux entreprises de s'adapter très rapidement aux changements et évolutions liés au businessfusion/acquisition, création de nouveaux services, mise en place de nouveaux projets. Cela permet de répondre rapidement à des besoins spécifiques. Le service rendu pour les utilisateurs est ainsi amélioré. [10]

❖ Répartition de charge dynamique

La virtualisation permet de répartir dynamiquement la charge de travail en offrant à chaque application les ressources dont elle a besoin même en cas de fortes activités. [10]

❖ Mise en place de PRA

La virtualisation gère le système tout entier comme des fichiers totalement indépendants du matériel sur lequel ils tournent. Ainsi la mise en place du PRA est grandement facilitée, puisqu'il suffit de répliquer les fichiers sur un site distant, et cela quel que soit le matériel de l'infrastructure. [10]

I.9.3.3. Simplification des tâches d'administration

Le nombre réduit d'équipements matériels nécessite beaucoup moins d'interventions de maintenance. [10]

De plus, les fonctionnalités inhérentes à la virtualisation aident les administrateurs dans leurs tâches quotidiennes comme l'utilisation de snaps-hots avant une migration importante ou la possibilité de créer des environnements de test proches de l'environnement de production sans faire appel aux équipes réseaux ou aux équipes stockage. [10]

De par sa nature, la virtualisation rend l'infrastructure homogène et permet de mettre en place facilement des standards pour l'entreprise avec une politique associée de la sécurité du réseau, des mises à jour de patches... [10]

Le déploiement de nouvelles applications est ainsi facilité car l'image du système est la même et ne nécessite pas l'ajout de nouveaux drivers. L'environnement et la configuration sont stables et parfaitement maîtrisés par les équipes informatiques ce qui simplifie le travail. [10]

De plus, certaines fonctionnalités permettent d'automatiser des tâches comme l'ordre de démarrage des MV. [10]

Le schéma (**Figure 03**) ci-dessous montre un aperçu des principaux types de virtualisation.

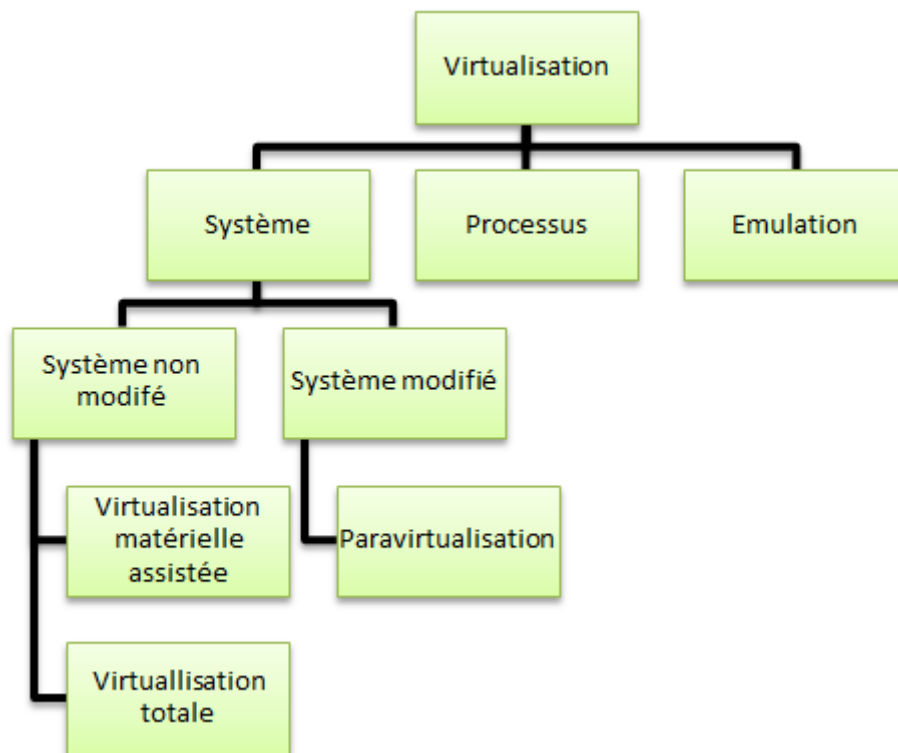


Figure 03 : Les différents types de virtualisation

Dans la virtualisation de systèmes, nous avons distingué à nouveau deux catégories :

Les systèmes modifiés et les systèmes non modifiées. Cette distinction est également essentielle car elle va régir tout le fonctionnement de la virtualisation. [12]

Dans le cas de systèmes modifiées, le système d'exploitation va avoir « conscience » d'être présent au-dessus d'une couche de virtualisation et va travailler efficacement avec cette dernière. Dans le cas de systèmes non modifiés, la couche de virtualisation va faire tout son possible pour faire croire au système d'exploitation qu'il est présent sur du matériel physique. [12]

- Dans la catégorie des systèmes modifiés, on va retrouver :

La paravirtualisation : permet à une machine virtuelle d'utiliser des ressources physiques. L'architecture virtuelle exposée est légèrement différente de l'architecture physique sous-jacente. Cette différence empêche la compatibilité entre les pilotes des systèmes d'exploitation et la virtualisation de l'architecture physique. Il est donc nécessaire de modifier le code du système d'exploitation pour rétablir cette compatibilité, ce désavantage est le principal handicap du para virtualisation. Pour autant, la para

virtualisation permet une plus grande liberté dans l'implémentation des interactions entre le système d'exploitation et l'architecture virtuelle. La para virtualisation est utilisée depuis longtemps dans des hyperviseurs tels que VM/370 [Cre81] et Disco [BDGR97]. Pour cela, ils utilisaient une combinaison d'instructions, de registres et de périphériques vers des architectures virtuelles afin d'en améliorer les performances. Ces systèmes avaient pour objectif d'exécuter des systèmes d'exploitation inadaptés aux nouvelles architectures. [11]

- Dans la catégorie des systèmes non modifiées, on va retrouver :

La virtualisation totale : La virtualisation est dite complète lorsque le système d'exploitation invité n'a pas conscience d'être virtualisé. L'OS qui est virtualisé n'a aucun moyen de savoir qu'il partage le matériel avec d'autres OS. Ainsi, l'ensemble des systèmes d'exploitation virtualisés s'exécutant sur un unique ordinateur, peuvent fonctionner de manière totalement indépendante les uns des autres et être vus comme des ordinateurs à part entière sur un réseau. [11]

La virtualisation matérielle assistée : Les extensions matérielles pour machine virtuelle sont fournies sur les processeurs Intel (Intel VirtualizationTechnology (Intel VT)[UNR+05]) et AMD (AMD-V [AMD08]). Ces extensions permettent de supporter deux types de logiciels : l'hyperviseur qui se comporte comme un hôte réel et qui a le contrôle complet du processeur et des autres parties matérielles et le système invité, qui est exécuté dans une machine virtuelle (VM). Chacune des machines virtuelles s'exécute indépendamment des autres et utilise la même interface pour le processeur, la mémoire et autres périphériques fournis par la plateforme physique. Ces extensions améliorent les performances des applications lancées au sein d'une machine virtuelle. [11]

Contrairement à la virtualisation système, la virtualisation processus ne virtualise pas l'intégralité d'un système d'exploitation mais uniquement un programme particulier au sein de son environnement. [13]

Enfin, il y a l'émulation qui est une imitation du comportement physique d'un matériel par un logiciel. [13]

I.9.4. Les hyperviseur

I.9.4.1. Qu'est-ce qu'un hyperviseur

Si on souhaite définir un hyperviseur, on peut dire qu'il s'agit d'un outil de virtualisation qui permet à plusieurs systèmes d'exploitation (OS) de fonctionner simultanément sur une même machine physique. [14]

Théoriquement, c'est une couche logicielle très légère (en comparaison à un OS classique) qui permet d'allouer un maximum de ressources physiques aux machines virtuelles. [14]

I.9.4.2. Les types d'hyperviseurs

➤ Hyperviseur de type 1

La principale caractéristique d'un hyperviseur de type 1 c'est qu'il s'installe directement sur la couche matérielle du serveur. Au démarrage d'une machine physique, ces hyperviseurs prennent directement le contrôle du matériel. [14]

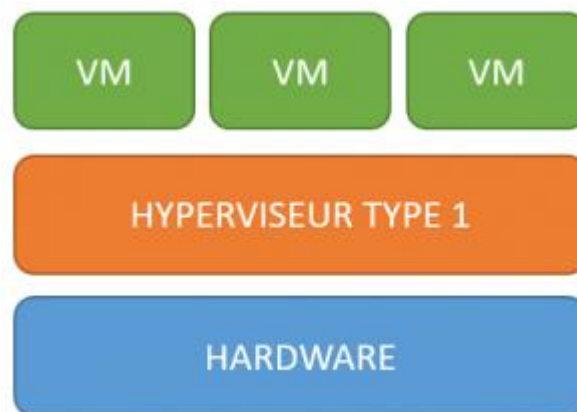


Figure 04 : Hyperviseur type 1

- **Avantages**

Un maximum de ressources peut être alloué aux machines virtuelles car ce type d'hyperviseur est directement lié à la couche matérielle. [14]

- **Inconvénients**

Il n'est possible d'exécuter qu'un seul hyperviseur à la fois. Cette problématique n'est toutefois pas vraiment impactante puisque dans la grande majorité des cas, un seul et même hyperviseur est capable de gérer tous les applicatifs d'une entreprise. [14]

- **Usage de ce type d'hyperviseur**

Les hyperviseurs de type 1 peuvent être utilisés pour virtualiser des serveurs de fichiers, de bases de données, de messageries...etc. Ce type d'hyperviseur est à privilégier lorsque l'on souhaite exécuter des applicatifs en continu. La quasi-totalité des serveurs peut être virtualisée via un hyperviseur de type 1. [14]

- **Compatibilité avec les serveurs**

Un hyperviseur devra être compatible à deux niveaux :

- Compatibilité avec le matériel sur lequel il s'exécute (constructeurs et composants)
- Compatibilité avec les OS qui sont supportés dans les VM. [14]

Afin d'assurer la stabilité du système, il est indispensable de valider cette double compatibilité. [14]

- ✚ Bien que les hyperviseurs de type 1 soient le plus souvent utilisés sur des serveurs, ils permettent également de virtualiser des postes de travail. [14]

Exemple : une entreprise souhaitant centraliser ses postes de travail en les virtualisant pour répondre à des problématiques de coûts et de gestion, pourra s'appuyer sur un hyperviseur de type 1. L'accès aux postes de travail virtuels se fera alors généralement via des clients légers (substantiellement moins onéreux que des PC physiques). [14]

➤ **Hyperviseur de type 2 :**

Un hyperviseur de type 2 est assez comparable à un émulateur car celui-ci s'installe sur un système d'exploitation déjà en place. Il se démarre la plupart du temps comme une simple application. [14]

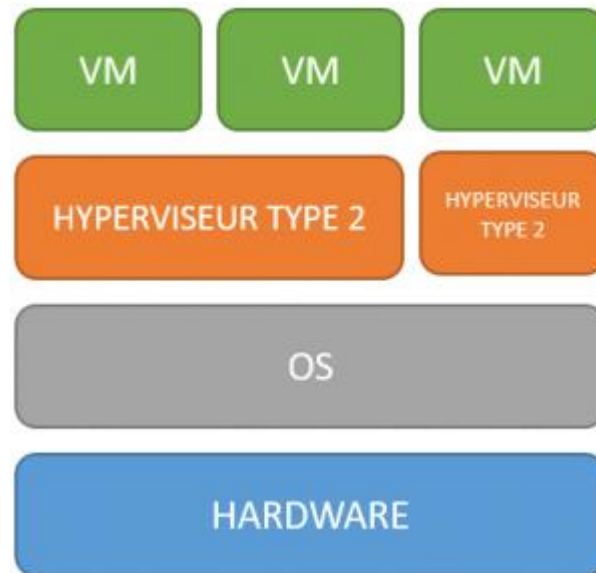


Figure 05 : Hyperviseur type 2

- **Avantage**

Il est possible d'exécuter plusieurs hyperviseurs en même temps car ceux-ci ne s'installent pas directement sur la couche matérielle. [14]

- **Inconvénients :**

Ce type d'hyperviseur ne peut pas fournir autant de ressources matérielles que les hyperviseurs de type 1 puisqu'ils sont installés sur un système d'exploitation, lui-même consommateur de ressources. [14]

- **Usage de ce type d'hyperviseur**

Les hyperviseurs de type 2 sont utilisés pour virtualiser des OS sur des PC, la plupart du temps afin de procéder à des tests de compatibilité et/ou de sécurité. [14]

Il existe également un environnement dans lequel ce type d'hyperviseur est particulièrement utilisé : pour les utilisateurs Mac OS X ayant besoin d'utiliser Windows (en raison d'applicatifs non compatibles). [14]

I.9.4.3. Les hyperviseurs sur le marché

Il existe différents éditeurs d'hyperviseur proposant des solutions plus ou moins onéreuses et présentant chacun des fonctionnalités spécifiques. Voici une liste des principaux hyperviseurs sur le marché. [14]

Tableau I : Classification des Hyperviseur selon leur type [14]

Hyperviseur de type 1	Hyperviseur de type 2
VMware vSphere	Microsoft Virtual Desktop
Citrix XenServer	Virtual Box (Open Source)
Microsoft Hyper-V (intégré à Windows server)	VMware Workstation et VMware Fusion
KVM (Linux)	Parallels Desktop

I.9.5. Sécurité de virtualisation

I.9.5.1. La sécurité

La sécurité est relative à toute menace ou toute attaque par des virus informatiques qui remettraient en question la sécurité (au sens informatique) basée sur des services de confidentialité, d'intégrité, et de disponibilité. [15]

I.9.5.2. Les risques liés à la virtualisation

Les risques liés à la virtualisation des systèmes viennent s'ajouter aux risques <<classiques>> d'un système d'information. En effet, tous les risques existant déjà pour une solution <<sans virtualisation>> perdurent à priori : les risques liés aux vulnérabilités des systèmes d'exploitation, les risques d'attaques basées sur le matériel ou les risques liés à une administration à distance non sécurisée. [15]

Dans le cas d'un choix d'architecture regroupant plusieurs systèmes sur une même machine, on doit ainsi considérer : [15]

- ✓ Les risques pouvant toucher un système ;
- ✓ Ceux portant sur la couche d'abstraction ;
- ✓ Les risques induits par la combinaison des deux ;

De plus, le fait de regrouper plusieurs services sur un même matériel augmente les risques portant sur chacun. [15]

Il est donc important de connaître l'ensemble des risques pour en maîtriser l'impact en termes de confidentialité, d'intégrité et de disponibilité des données et des applications. [15]

Risque1 : Risque accru de compromission des systèmes

La compromission est la prise de contrôle par un acteur malveillant d'un système invité depuis un autre système invité ou de la couche d'abstraction depuis un système invité. Le risque qui en découle est la fuite d'information ou des perturbations du système pouvant aller jusqu'à l'indisponibilité d'un service. Il est essentiel que chaque brique matériel, système d'exploitation hôte et système d'exploitation invité soient à jour de tous les correctifs de sécurité. [15]

Risque 2 : Accroissement du risque d'indisponibilité

Comme évoqué précédemment, une compromission peut engendrer une indisponibilité d'un service. [15]

Cependant, ce risque peut apparaître, même en l'absence de compromission. Ainsi, si d'une part un atout de la virtualisation est l'utilisation plus intensive des ressources informatiques, d'autre part, la panne d'une ressource commune peut engendrer l'indisponibilité simultanée de plusieurs systèmes. De même, une attaque en disponibilité sur un des systèmes (ou plus généralement sur une ressource commune) impactera potentiellement tous les services hébergés sur la machine. [15]

Là encore, les préconisations faites au point précédent s'appliquent. De plus, si des besoins en disponibilité diffèrent sensiblement d'une application à une autre, il peut être préférable de placer sur des machines dédiées celles dont les besoins en disponibilité sont les plus élevés. [15]

Risque 3 : Fuite d'information par manque de cloisonnement :

Bien que les solutions de virtualisation mettent généralement en œuvre des mécanismes de cloisonnement des instances se partageant une même ressource, ces instances ne sont en pratique jamais totalement isolées. Dans certains cas, des flux existent entre les différentes instances (systèmes d'exploitation, applications, systèmes de stockage de données, . . .), et ces flux peuvent engendrer des vulnérabilités. [15]

La maîtrise des différents échanges internes à une même machine physique est par ailleurs particulièrement difficile. En effet, il sera généralement délicat de garantir que les ressources bas niveau partagées ne permettent pas des fuites d'information. [15]

I.9.5.3. Recommandations

Compte tenu de ces différents risques, il convient de tenir compte des 3 recommandations qui suivent. [15]

R1 : La politique de sécurité du système faisant l'objet d'une démarche de virtualisation doit être mise à jour pour qu'y soient inclus certains items spécifiques à la technologie de virtualisation employée.

Il s'agit de décrire de manière précise les règles relatives à l'administration des systèmes. Une règle peut être de ne pas autoriser l'administration distante de certaines machines compte tenu du degré de sensibilité des informations qu'elles hébergent, y compris ponctuellement. Il est par ailleurs recommandé de renforcer certains mécanismes de sécurité dans le cas d'administration distante (mise en œuvre de mécanismes d'authentification forte, de confidentialité et de contrôle d'intégrité, d'audit). [15]

R2 : Mettre à jour le plan de reprise ou de continuité d'activité.

Lors de la compromission d'un système, il est difficile d'affirmer que les autres systèmes s'exécutant sur la même machine ne sont pas affectés. Les plans de reprise et de continuité d'activité doivent donc tenir compte des spécificités liées à la virtualisation et être mis à jour en conséquence. [15]

R3 : Utiliser des matériels gérant le cloisonnement.

Tout matériel, quel que soit son type (contrôleur disque, carte réseau, processeur, etc.) doit, autant que faire se peut, gérer le cloisonnement rendu nécessaire par la virtualisation (isolation des flux). Si le niveau d'exigences établi par la politique de sécurité ne peut être atteint, la pertinence de l'emploi des technologies de virtualisation devra être réévaluée. [15]

Le choix d'un matériel ne supportant pas les mécanismes de cloisonnement devra être justifié et les risques induits assumés. [15]

I.10. Conclusion

La recherche que nous avons fait sur le concept infrastructure réseau et virtualisation, nous a permis de découvrir les critères majeurs sur lesquels base l'entreprise son évaluation et sa satisfaction des performances et la pertinence du système installé.

Elle nous a permis aussi de mieux comprendre pourquoi la virtualisation s'est imposé dans les entreprises et comment elle a révolutionné les méthodes et l'organisation du travail des équipes informatique.

Chapitre II

II.1. Introduction

De temps à autre, la technologie d'entreprise subit une évolution énorme lors de l'apparition de nouveaux modèles qui répondent à l'évolution des besoins des entreprises. Ce chapitre porte sur l'infrastructure hyperconvergée qui est l'aboutissement et la réunion de plusieurs tendances qui apportent une valeur particulière à l'entreprise moderne.

II.2. Problématique

Aujourd'hui les entreprises sont toujours en quête de compétitivité. Elles essaient continuellement d'améliorer leur productivité et cela ne peut se faire sans passer par la mise en place d'une très bonne infrastructure réseau. Les données informatiques nécessaires au fonctionnement de l'activité de l'entreprise sont d'une importance capitale. De ce fait Le rapport à l'application, au serveur, au stockage et au réseau a beaucoup évolué, ce qui a entraîné des dépenses majeure pour les entreprises.

Pour en savoir plus nous avons mené une recherche sur les entreprises et leur infrastructure réseau en particulier et on est parvenu à retirer pas mal d'insuffisances et faiblesses décrites ci-dessous:

- Manque d'un tableau de bord pour surveiller les charges de travail et déceler les contraintes de ressources.
- Le déploiement de l'infrastructure traditionnelle nécessite un coût très élevé.
- La gestion et la maintenance de l'infrastructure est complexe et nécessite beaucoup de temps à cause de l'absence d'une interface unique.
- Difficulté de faire évoluer l'infrastructure traditionnelle au moment du besoin.
- Pour gérer l'infrastructure, l'entreprise a besoin de spécialistes en IT, en stockage et en réseau, par conséquent plus de personnels et plus de dépenses.

À cet égard et pour remédier à tous ces problèmes, une solution est requise; la migration vers une infrastructure hyperconvergée.

Il existe sur le marché plusieurs éditeurs proposant leurs solutions hyperconvergées, tel que VMware, Nutanix, Simplivity et Microsoft. Nous avons opté pour cette dernière et ce pour la simplicité de sa solution et bien sûr pour d'autres raisons que nous allons découvrir dans le chapitre qui suit.

II.3. Définition de l'infrastructure hyperconvergée

L'infrastructure hyperconvergée combine harmonieusement les services de calcul, stockage, mise en réseau et gestion de données en une seule solution, un seul système physique [16]. En d'autres termes : le stockage partagé est délivré non pas par une baie de stockage SAN ou NAS, mais par une couche logicielle exploitant la capacité des disques durs installés dans les serveurs eux-mêmes. Dans une infrastructure hyperconvergée, chaque serveur est à la fois un élément de « compute » virtualisé et de stockage. En reliant ces serveurs via un réseau rapide, on crée un système informatique distribué, dont la puissance et la capacité s'accroissent avec le nombre de nœuds. Le stockage partagé dans le cluster est le produit de l'agrégation par une couche logicielle plus ou moins propriétaire de la capacité de stockage des différents nœuds [17].

Cela permet de réduire la complexité et de consolider les SI. Elle permet de supprimer certains soucis liés à la gestion classique de l'informatique car désormais les services tels que les serveurs, le stockage ou le réseau sont gérés au sein d'une seule application [18].

II.4. L'évolution des DataCenter au fil des années

Commençons par présenter les composants basiques d'une infrastructure : [19]

1. **Compute** : tout ce qui permet d'exécuter l'application, on parle de ressources en processeur et ressources mémoire
2. **Networking (réseau)** : tout ce qui permet aux applications de communiquer entre elles, on parle de switches, cartes réseau, firewall, routeurs.... etc.
3. **Storage (stockage)** : tout ce qui permet de stocker les données des applications, on parle des équipements de stockage tels des NAS ou SAN.

II.4.1. Le DataCenter de l'antiquité



Figure 06 : Datacenter de l'antiquité.

- ❖ **Au niveau compute** : à l'antiquité avec les premiers datacenter il n'y avait pas de virtualisation, on déployait une seule application par serveur physique et si on veut une application clusterisée on installait plusieurs serveurs physiques pour une seule application. [19]
- ❖ **Au niveau réseau** : on déployait pleins de cartes réseau au niveau du serveur pour gérer le flux et la haute disponibilité. Donc on va multiplier les équipements réseaux puisque plus y'a de cartes réseau plus y'a d'autres switches. [19]
- ❖ **Au niveau du stockage** : les applications qui n'étaient pas en haute disponibilité utilisaient le stockage interne du serveur et les applications à haute disponibilité utilisaient des équipements de type NAS ou SAN. [19]

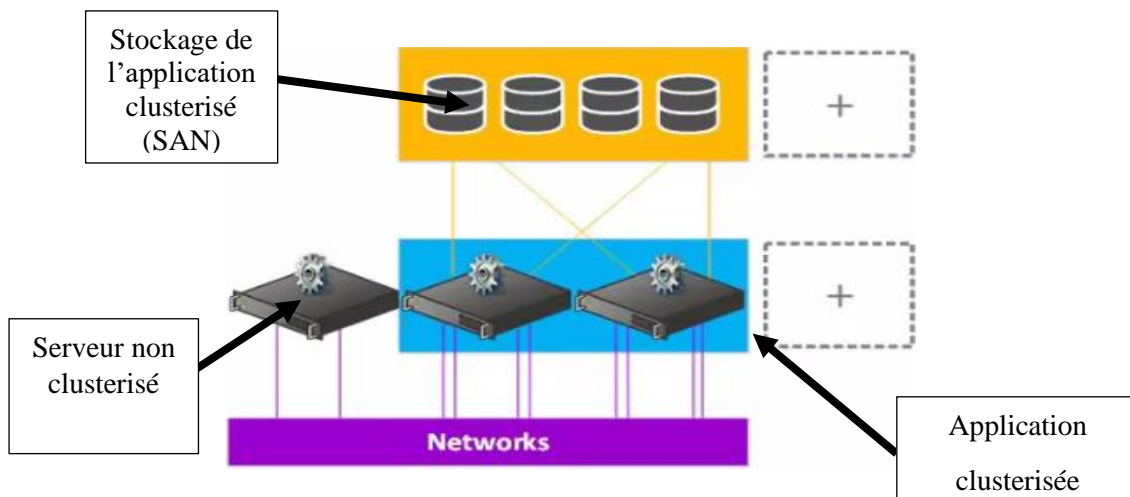


Figure 07 : Schématisation du DataCenter de l'antiquité

Les faiblesses :

- Faible densité et consolidation ;
- Maintenance opérationnelle complexe ;
- Coût élevé du matériel ;
- Aucune flexibilité ;

II.4.2. Le DataCenter moyenâgeux :



Figure 08 : DataCenter moyenâgeux

- ❖ **Au niveau compute :** on a évolué car on va faire appel à la virtualisation (plusieurs applications dans un seul serveur avec beaucoup de mémoires et CPU). [19]
- ❖ **Au niveau réseau :** on continue toujours à dédier une carte réseau à un flux par contre leur nombre sur un serveur va être multiplier, puisque on a plusieurs applications dedans et donc beaucoup de flux différents à gérer sur un seul serveur. [19]
- ❖ **Au niveau stockage :** vu l'utilisation de la virtualisation, on a besoins de haut disponibilité, donc on va faire appel à des solutions de types SAN pour avoir l'accées à un stockage partagé. [19]

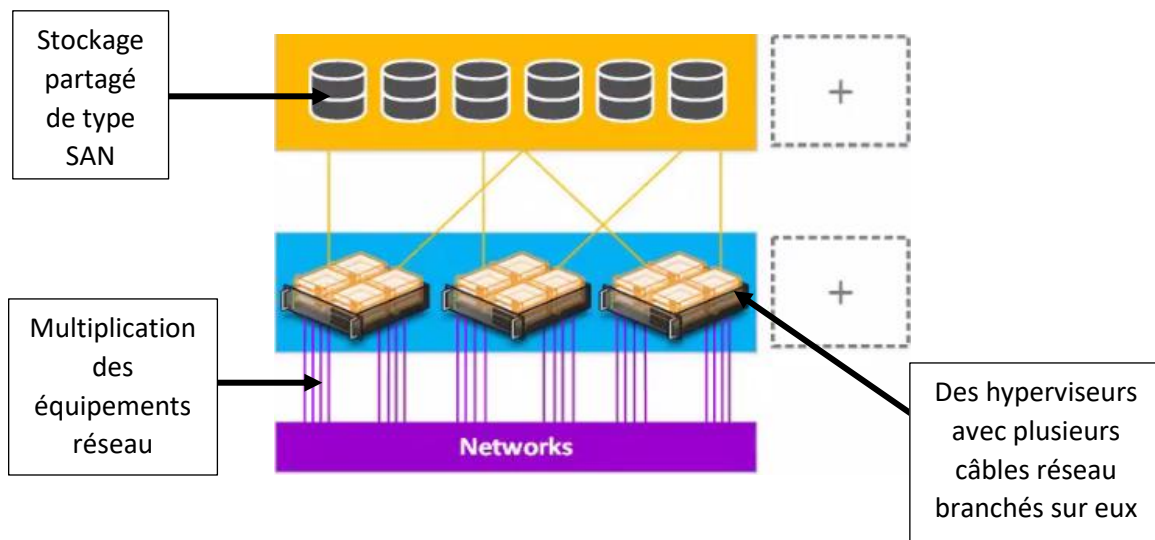


Figure 09: Schématisation du DataCenter moyenâgeux.

Les atouts et faiblesses :

- Mutualisation de serveurs ;
- Fort taux de consolidation ;
- Evolutivité complexe ;
- Coût élevé du matériel SAN ;
- Management complexe ;

II.4.3. Le DataCenter de la renaissance

on a commencé à vouloir converger les flux et faire du logiciel à la place du stockage



Figure 10 : DataCenter de la renaissance.

- ❖ **Au niveau compute** : on continue toujours d'utiliser la virtualisation. [19]
- ❖ **Au niveau réseau** : on fait appel à la convergence du réseau c'est-à-dire on va mettre plusieurs flux dans quelques cartes réseau, cela est possible grâce à la bande passante qui a évoluée 10/25/50/100 Go. [19]
- ❖ **Au niveau stockage** : on va avoir besoin d'un stockage partagé puisque on déploie toujours plusieurs applications par serveur, mais au lieu d'utiliser du stockage matériel on va utiliser du stockage logiciel, cela est possibles avec Windows Server R2. [19]

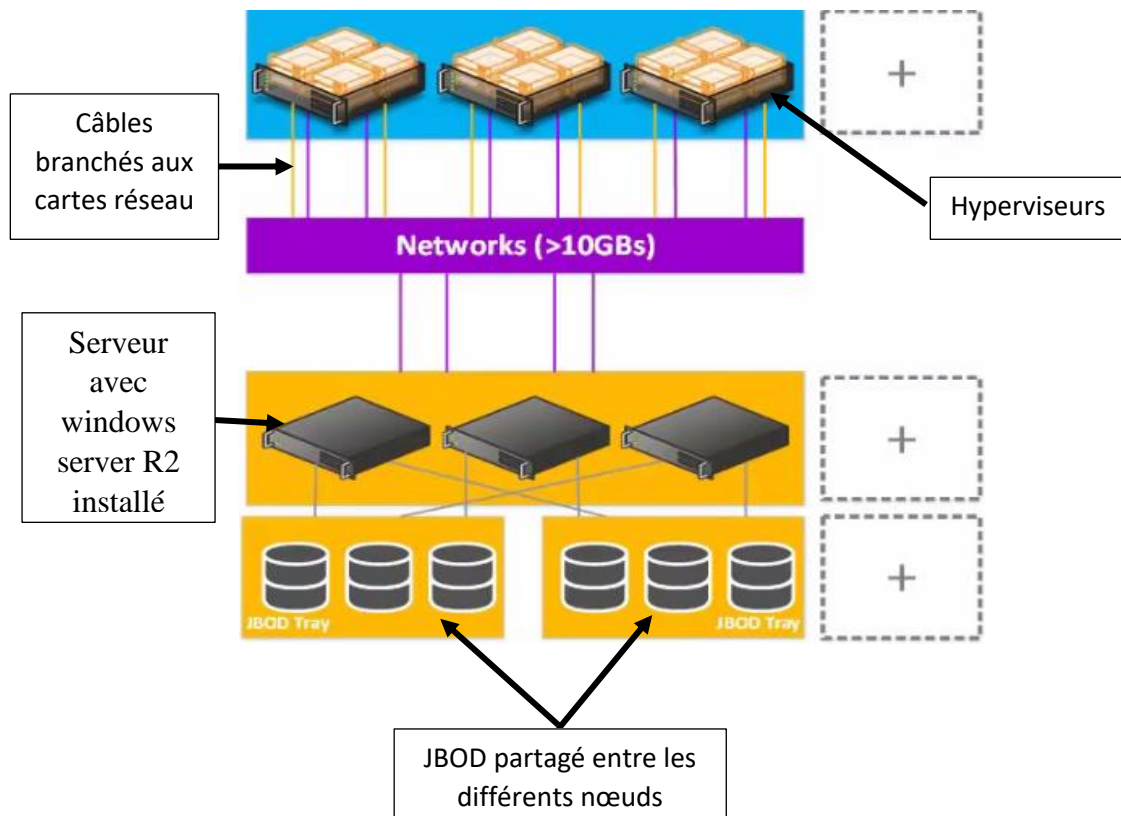


Figure 11: Schématisation du dataCenter de la renaissance.

Les atouts et faiblesse : [19]

- Consolidation élevé grâce à la virtualisation ;
- Diminution des équipements réseau ;
- Simplification de la couche stockage puisque c'est du logiciel ;
- Evolutivité limitée puisque le stockage est partagé ;

II.4.4. Le DataCenter du monde moderne (le modèle hyperconvergé)

- ❖ **Au niveau compute et stockage :** on va toujours s'appuyer sur la virtualisation mais aussi le stockage et le compute sont mutualisés, donc on va avoir des nœuds qui font à la fois office d'hyperviseur et de stockage. [19]
- ❖ **Au niveau réseau :** on va avoir plusieurs flux avec quelques grosse cartes réseau et cela va permettre de converger tous les flux de management, VM et les flux stockage. [19].

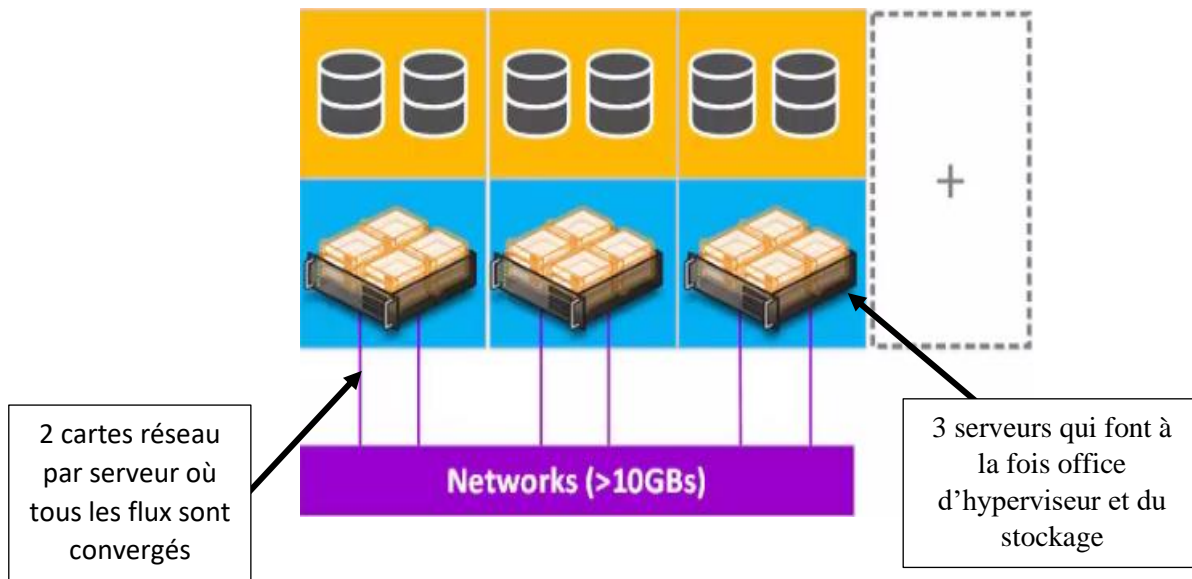


Figure 12: Schématisation de dataCenter hyperconvergé.

Les atouts : [19]

- Consolidation élevée grâce à la virtualisation ;
- Solution souple et flexible puisque un nœud fait à la fois office de stockage et d'hyperviseur, donc à chaque fois que nous allons rajouter un nœud c'est toutes les ressources qui seront rajoutées ;
- Hautement automatisable car tout est sur le même nœud et surtout tout est basé sur le système d'exploitation notamment Windows Server 2016 ;
- Diminution des équipements réseau.

II.5. Les avantages et les inconvénients du modèle hyperconvergé

Avantages [16]

- ✓ **Efficacité des données :** l'infrastructure hyperconvergente réduit les besoins de stockage, de largeur de bande et d'IOPS.
- ✓ **Élasticité :** l'infrastructure hyperconvergente facilite l'évolution/réduction de ressources en fonction des demandes de l'entreprise.
- ✓ **Centrage sur la charge du travail :** l'attention est portée sur la charge du travail (ou la machine virtuelle) en tant que pierre angulaire des services de l'information de l'entreprise, avec tous les systèmes associés orientés sur des charges de travail uniques.

- ✓ **Protection des données** : assurer la restauration de données en cas de perte ou de corruption est une exigence fondamentale en informatique, que l'infrastructure hyperconvergée rend plus facile.
- ✓ **Mobilité entre machines virtuelles** : l'infrastructure hyperconvergée facilite encore davantage la mobilité entre les applications/charges de travail.
- ✓ **Résilience** : l'infrastructure hyperconvergée permet des niveaux plus élevés de disponibilité des données qu'avec les systèmes existants.
- ✓ **Rentabilité** : l'infrastructure hyperconvergée offre un modèle économique durable par étapes qui élimine le gaspillage en informatique.

Inconvénients [19]

- ✓ **Dépendance stockage/hyperviseur** :

Perte d'un nœud = perte d'un hyperviseur et d'une partie stockage.

Les ressources du nœud sont utilisées pour le calcul et pour le stockage.

- ✓ **Contraintes matériels** :

-Dans ce genre de solution, il faut avoir toujours un bon réseau.

-L'obligation d'utiliser les cartes réseau HBA.

-Augmentation des ressources minimum requises par nœud.

II.6. La solution Hyperconvergée de Microsoft

II.6.1. Présentation de Windows Server 2016 :

Après Microsoft Windows Server 2008 et Microsoft Windows Server 2012 R2, Microsoft renouvelle donc son système d'exploitation phare pour les serveurs d'entreprises en publiant le 5 Octobre 2016, Microsoft Windows Server 2016. [20]

Le système d'exploitation Microsoft Windows Server 2016 est disponible en trois éditions :

- ❖ **L'édition Standard** : Cette édition s'adresse aux structures comptant plus de 25 utilisateurs et presque toutes les fonctionnalités sont activées. Cependant, la virtualisation avec Microsoft Hyper-V est supportée, mais limitée à seulement deux machines virtuelles. [20]
- ❖ **L'édition Datacenter** : Cette édition est la plus complète, car toutes les fonctionnalités du nouvel OS Cloud sont disponibles et le nombre de processeurs ou

machines virtuelles est illimité. Cette édition est plus adaptée aux infrastructures cloud ou complexe. [20]

- ❖ **L'édition Essentials** : Cette édition de Windows Server 2016 est adaptée aux petites entreprises comprenant jusqu'à 25 utilisateurs et 50 périphériques clients. [20]

II.6.2. Les nouveautés de Windows Server 2016

Windows Server 2016 inclut plusieurs modifications importantes du système d'exploitation principal et de nombreuses nouvelles fonctionnalités afin de doubler la sécurité des produits Microsoft, ainsi que les données utilisées par les ordinateurs d'extrémité. Les fonctionnalités nouvelles et mises à niveau sont les suivantes: [21]

- ❖ **Nano Server**: Similaire au mode Windows Server Core, un serveur Nano doit être administré à distance, car il ne fournit aucune fonctionnalité de connexion locale et ne prend en charge que les applications 64 bits. Nano Server est optimisé pour une utilisation dans des clouds privés et des centres de données, ainsi que pour l'exécution de services Web, tels que DNS ou IIS.
- ❖ **Conteneurs Windows**: contrairement aux machines virtuelles, les conteneurs permettent une virtualisation au niveau du système d'exploitation en fournissant juste assez d'accès au système d'exploitation, aux bibliothèques et aux ressources sous-jacentes pour héberger des applications dans un espace utilisateur isolé.
- ❖ **Services de domaine Active Directory**: La gestion des accès privilégiés (PAM) permet de lutter contre le vol d'informations d'identité en travaillant avec Microsoft Identity Manager (MIM) pour protéger la forêt Active Directory (AD) des comptes disposant d'un accès privilégié. En outre, de nouveaux processus sont en place pour demander un accès administratif et surveiller de tels comptes, y compris la fonctionnalité de liens expirés, qui limite la période de la fenêtre administrative en fonction d'une période spécifiée.
- ❖ **Services de fédération Active Directory (ADFS)** continue de fournir une fédération d'identités simple et sécurisée et une authentification unique (SSO) entre les entreprises sécurisées par ADFS et les organisations partenaires. La nouveauté de 2016 est la possibilité d'authentifier les utilisateurs stockés dans des fournisseurs LDAP ou en nuage.

- ❖ **Hyper-V** introduit la gestion à chaud des adaptateurs réseau virtuels et de la mémoire pour les machines virtuelles. Pour les administrateurs soucieux de la sécurité, Windows Server 2016 inclut des machines virtuelles blindées qui minimisent les altérations ou le vol de données et l'état des ordinateurs virtuels en les cryptant et en empêchant l'inspection des signaux vidéo et des disques.
- ❖ **Windows Defender** : L'application Windows Server Antimalware de Microsoft est installée par défaut dans Windows Server 2016 dans le but de détecter et de neutraliser les menaces de programmes malveillants en temps réel grâce à la mise à jour automatique.
- ❖ **Espaces de stockage direct** : permet de créer un stockage à haute disponibilité à partir de systèmes de stockage locaux, y compris des JBOD stockés localement ou en réseau dans le cadre d'un pool de stockage.
- ❖ **Réplique de stockage**: Les protections du réplica de stockage ajoutées à Windows Server 2016 ont été étendues pour inclure le test de basculement, qui permet de monter des instantanés du stockage répliqué à des fins de test ou de sauvegarde temporaires. Le projet Honolulu, une console de gestion graphique pour la réplication de serveur à serveur, faisait auparavant l'objet d'une gestion par PowerShell.
- ❖ **PowerShell 5.0**: Poursuivant sa tendance à devenir le terminal de gestion de facto de Microsoft, PowerShell conserve sa compatibilité ascendante tout en introduisant de nouvelles cmdlets et modules pour la gestion à distance et la création de scripts pour les clients, les serveurs et les applications.

II.6.3. Couches du modèle hyperconvergée

II.6.3.1. Couche réseau:

On parle de carte réseau, de protocole et tous ce qui permet aux serveurs de communiquer entre eux. Sur la couche réseau on peut déployer de 10/25/40/100 GbE, les communications entre les serveurs sont faites avec le protocole SMB 3.11. [19]

II.6.3.2. Couche matérielle :

On parle de serveur, de CPU, de RAM et de disque physique pour le stockage. [19]

II.6.3.3. Couche stockage

On parle d'un stockage logiciel basé sur Storage Spaces Direct et la partie cluster. [22]

❖ **Storage Spaces Direct:** Storage Spaces Direct utilise des serveurs standards avec des disques locaux pour créer un stockage défini par logiciel hautement disponible et hautement évolutif à une fraction du coût des baies SAN ou NAS traditionnelles. Son architecture convergée ou hyperconvergée simplifie radicalement l'approvisionnement et le déploiement, tandis que des fonctionnalités telles que la mise en cache, les niveaux de stockage et le codage d'effacement, ainsi que les dernières innovations matérielles telles que la mise en réseau RDMA et les disques NVMe, offrent une efficacité et des performances inégalées. [22]

- **Software Storage Bus:** Le bus de stockage logiciel lie dynamiquement les disques les plus rapides présents (par exemple, les SSD) aux disques les plus lents (par exemple les disques durs) pour fournir une mise en cache de lecture / écriture côté serveur qui accélère les E / S et augmente le débit. [22]
- **Storage Pool :** L'ensemble des lecteurs qui forment la base des espaces de stockage est appelé le pool de stockage. Il est automatiquement créé et tous les lecteurs éligibles sont automatiquement découverts et ajoutés. [22]
- **Storage Spaces :** Les espaces de stockage offrent une tolérance aux pannes pour les «disques» virtuels en utilisant la mise en miroir, le codage d'effacement ou les deux. Dans Storage Spaces Direct, ces disques virtuels résistent généralement à deux pannes de disque ou de serveur simultanées (par exemple, la mise en miroir à trois voies, avec chaque copie de données sur un serveur différent) bien que la tolérance aux pannes du châssis et du rack soit également disponible. [22]

❖ **FailoverClustering :** La fonctionnalité de clustering intégrée de Windows Server est utilisée pour connecter les serveurs. Le système de fichiers CSV unifie tous les volumes ReFS en un seul espace de noms accessible via n'importe quel serveur, de sorte que pour chaque serveur, chaque volume ressemble et agit comme s'il était monté localement. [22]

II.6.3.4. Couche Computer

On s'appuie sur Hyper-v pour exécuter les machines virtuelles, et pour la haute disponibilité des VM on va s'appuyer sur failoverclustering comme pour le stockage. [22]

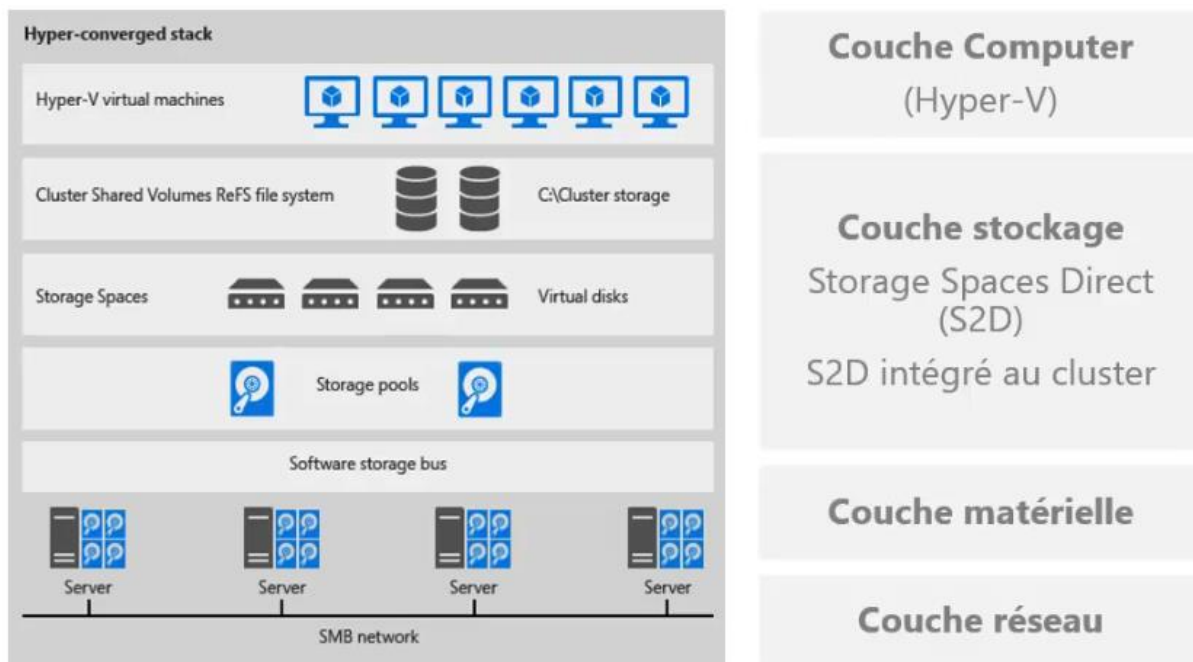


Figure 13 : La Stack hyperconvergée de Microsoft.

II.7. Conclusion

La recherche que nous avons menée sur les entreprises et leur infrastructure réseau nous a permis de déterminer les soucis d'administration et financiers que rencontrent les administrateurs et les entreprises respectivement. Ce qui nous a poussés à creuser, chercher et comprendre la solution hyperconvergée de Microsoft qui est une solution 100% logiciel basé sur Windows Server 2016.

Chapitre III

III.1. Introduction

Ce chapitre portera sur les tâches à réaliser, afin de mettre en place la solution hyperconvergée de Microsoft, à travers les différentes étapes nécessaires. Nous allons décrire étape par étape et de manière explicite, tout le travail qu'il faut effectuer, ainsi que les prérequis nécessaires pour avoir une bonne solution.

III.2. Installation de Windows server 2016

- Dans la fenêtre **Installation de Windows**, on choisit la langue de l'OS puis on clique sur **Installer maintenant**.

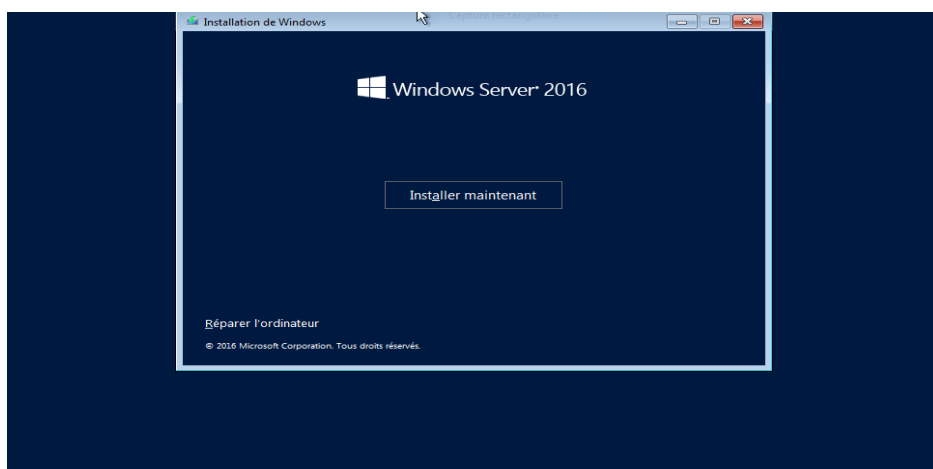


Figure 14 : Fenêtre d'installation de Windows server 2016.

- Dans la fenêtre **Sélectionner le système d'exploitation à installer**, on choisit la version **Datacenter Evaluation (Expérience utilisateur)**

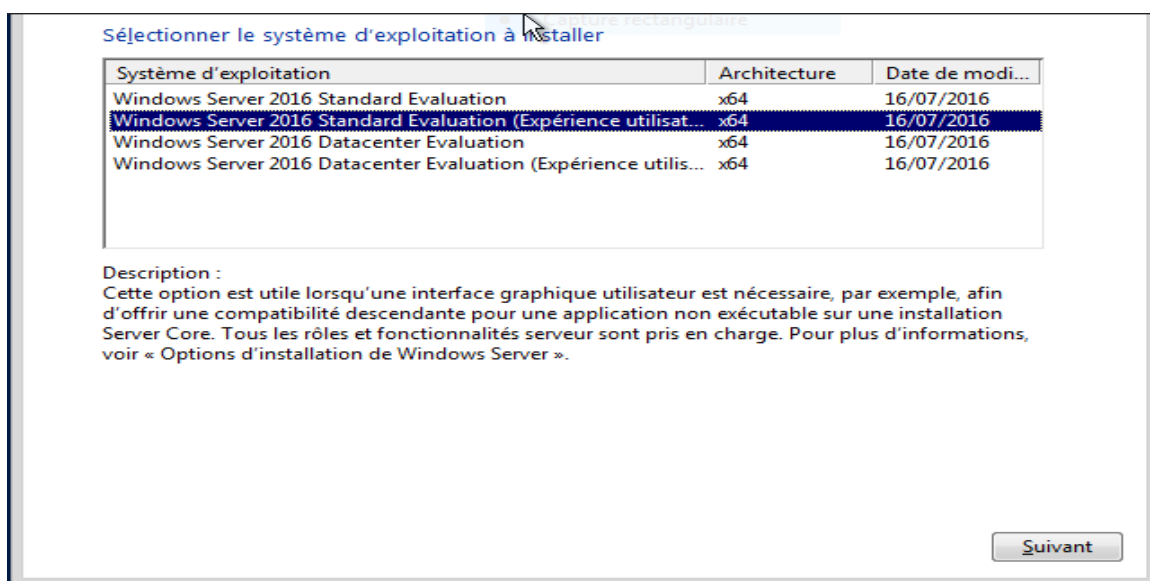


Figure 15 : Version de Windows Server à installer.

- Dans les deux étapes suivantes on accepte les termes de contrat de licence et on choisit le disque dur qui sera utilisé pour accueillir l'OS
- après on lance l'installation de Windows Server 2016.



Figure 16 : Lancement de l'installation.

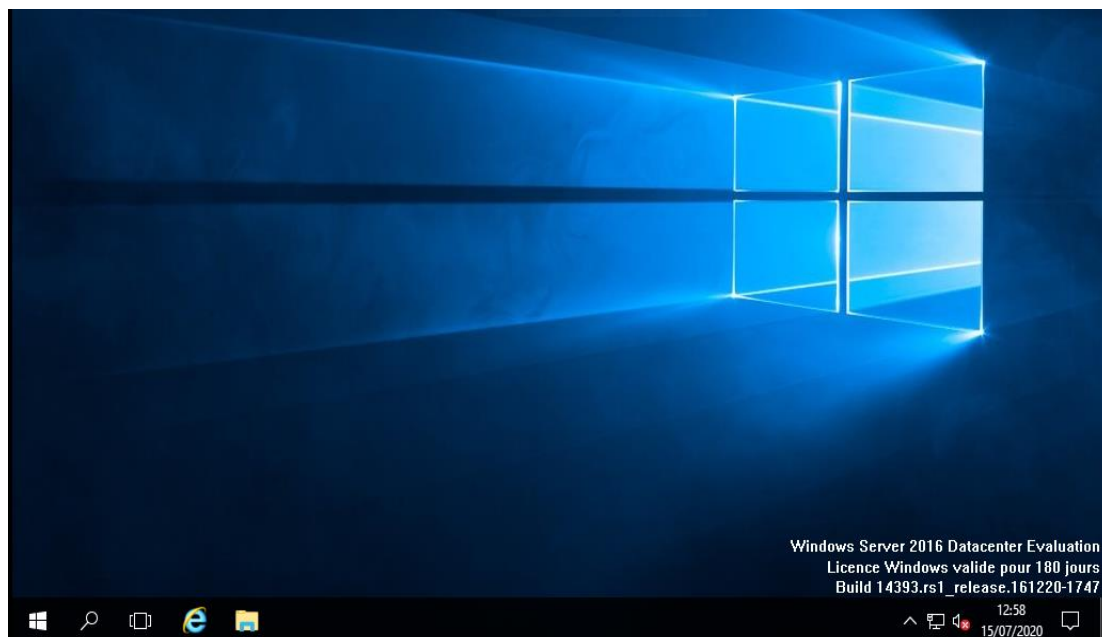


Figure 17: Windows Server 2016 installé.

III.3. Installation des rôles et fonctionnalités

III.3.1. Installation d'un Contrôleur de domaine ADDS et DNS

Pour installer un contrôleur de domaine, deux rôles sont indispensables : Le rôle DNS et ADDS.

- Depuis le Gestionnaire de serveur, on clique sur l'étape **Manage** puis **AddRoles and Features**.
- On sélectionne le type d'installation <<**Role-based or feature-based installation**>>.
- On sélectionne un serveur dans le pool et on clique sur **Next**.
- On coche simplement DNS puis ADDS dans la fenêtre de sélection des rôles. Enfin, on clique sur **Next** puis sur **AddFeatures** et on clique sur **Next, Next** et **install**.

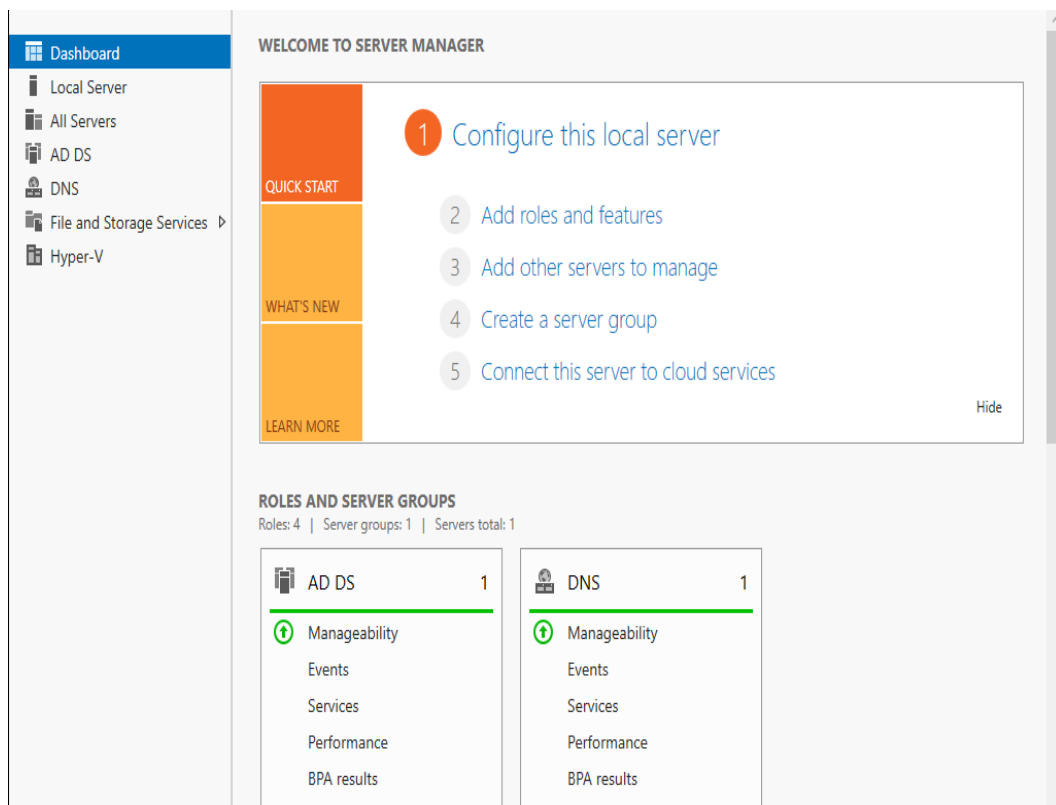


Figure 18 : Les rôles ADDS et DNS installé.

- On va créer un nouveau domaine et donc une nouvelle forêt. Dans notre cas, on nommera notre domaine « **HomeCloud.net** »
- On va devoir également **choisir un mot de passe de restauration des services d'annuaire (DSRM)**, puis on clique sur **Next**.
- Dans la fenêtre **DNSOptions** on clique sur **Next** pour continuer.
- Le NetBIOS sera automatiquement créé, on clique sur **Next, Next** et **Next** pour continuer.
- **On** clique sur **Install** pour enfin lancer l'installation du contrôleur de domaine.

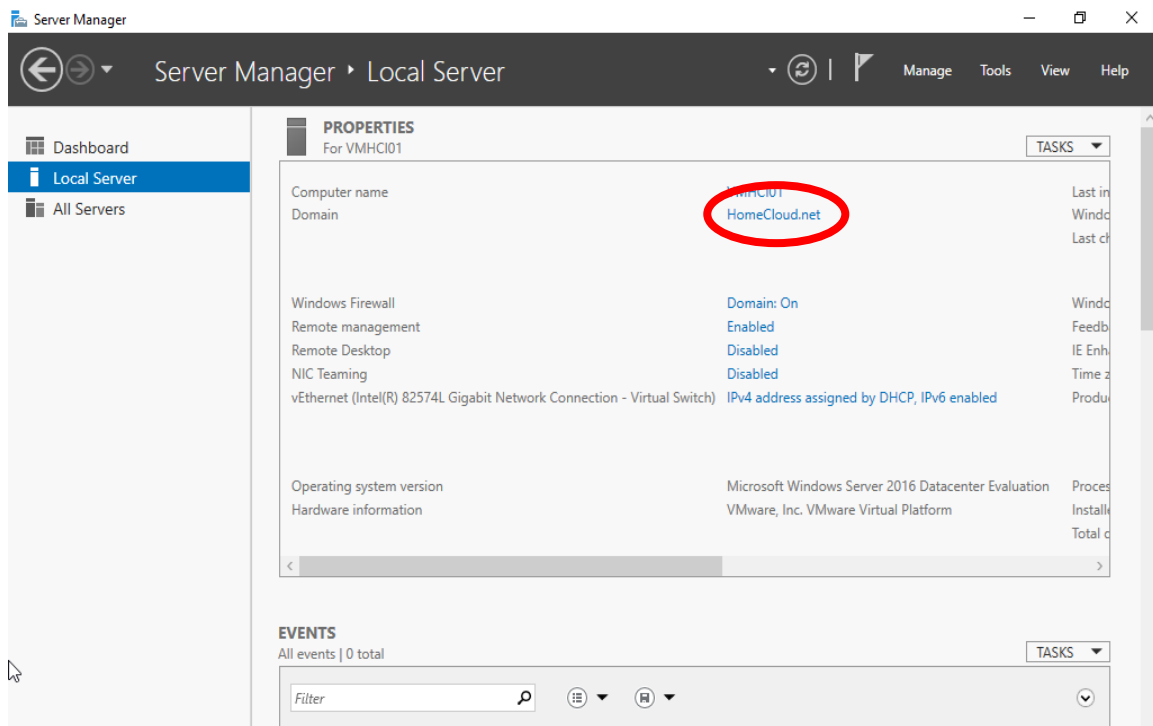


Figure 19 : Domaine installé.

III.3.2. Installation de l'hyper-v

- Dans **Server Manager**, puis le menu **Manage**, on clique sur **AddRoles and Features** puis on clique sur **Next**.
- Sur la page **Select installation type**, on sélectionne **Role-based or feature-based installation** et on clique sur **Next**.
- Sur la page **Select destination server**, on sélectionne un serveur du pool et on clique sur **Next**.
- Sur la page **Select server roles**, on sélectionne **Hyper-V** et on clique sur **AddFeatures** pour installer les modules Powershell et le gestionnaire Hyper-V.
- Sur la page **Select features**, on clique sur **Next** puis sur **Next**.
- A la page **Create Virtual Switches**, on clique sur **Next** puis on clique sur **Next** et on clique sur **install** pour commencer l'installation

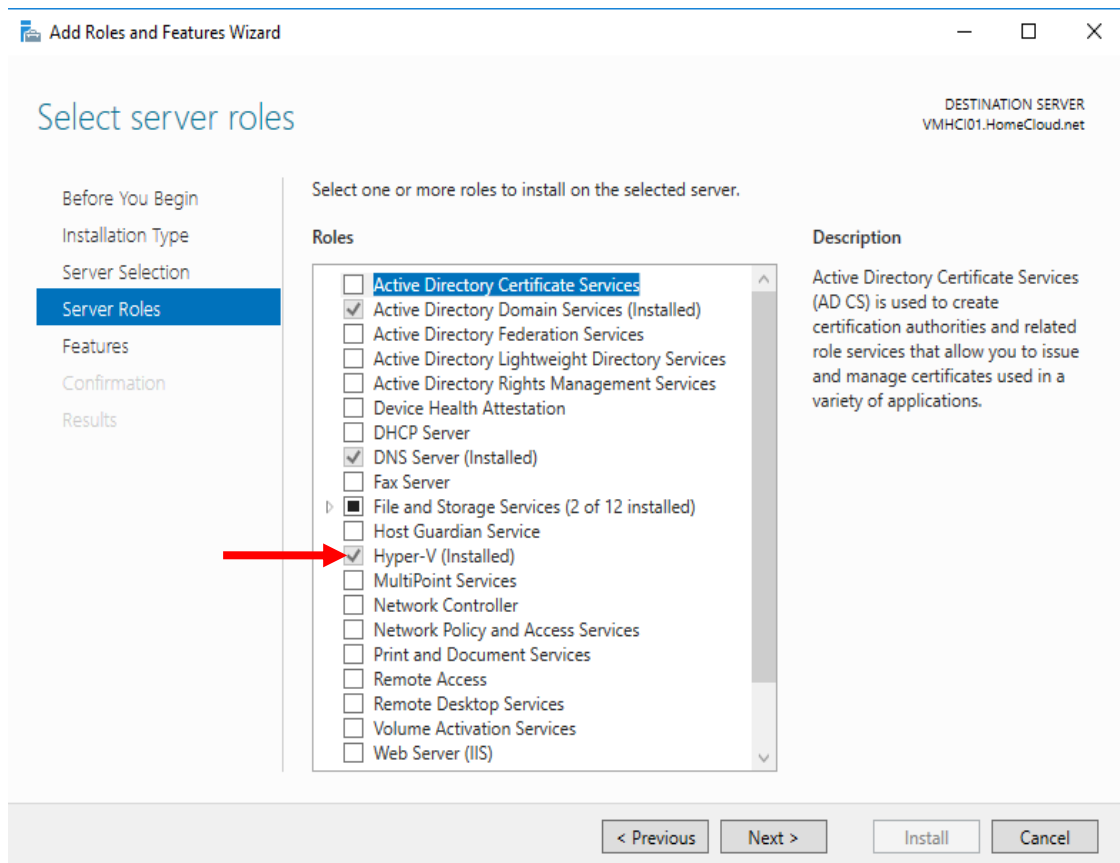


Figure 20 : Le rôle hyper-v installé.

III.3.3. Installation de la fonctionnalité Failover Clustering

- On démarre le **Gestionnaire de serveur**.
- Dans le menu **Manage**, on sélectionne **ADD Roles and Features**
- Dans la page **Beforyoubeging**, on sélectionne **Next**.
- Dans la page **Installation type**, on sélectionne **Role-based or Feature-based installation**, puis on sélectionne **Next**.
- Dans la page **Select destination server**, on sélectionne le serveur sur lequel on veut installer la fonctionnalité, puis on sélectionne **Next**.
- Dans la page **Select server roles**, on sélectionne **Next**.
- Dans la page **Select features**, on coche la case **FailoverClustering**.
- Pour installer les outils de gestion du cluster de basculement, on sélectionne **AddFeatures**, puis on clique sur **Next**.
- Dans la page **Confirm installation selections**, on sélectionne **install**.

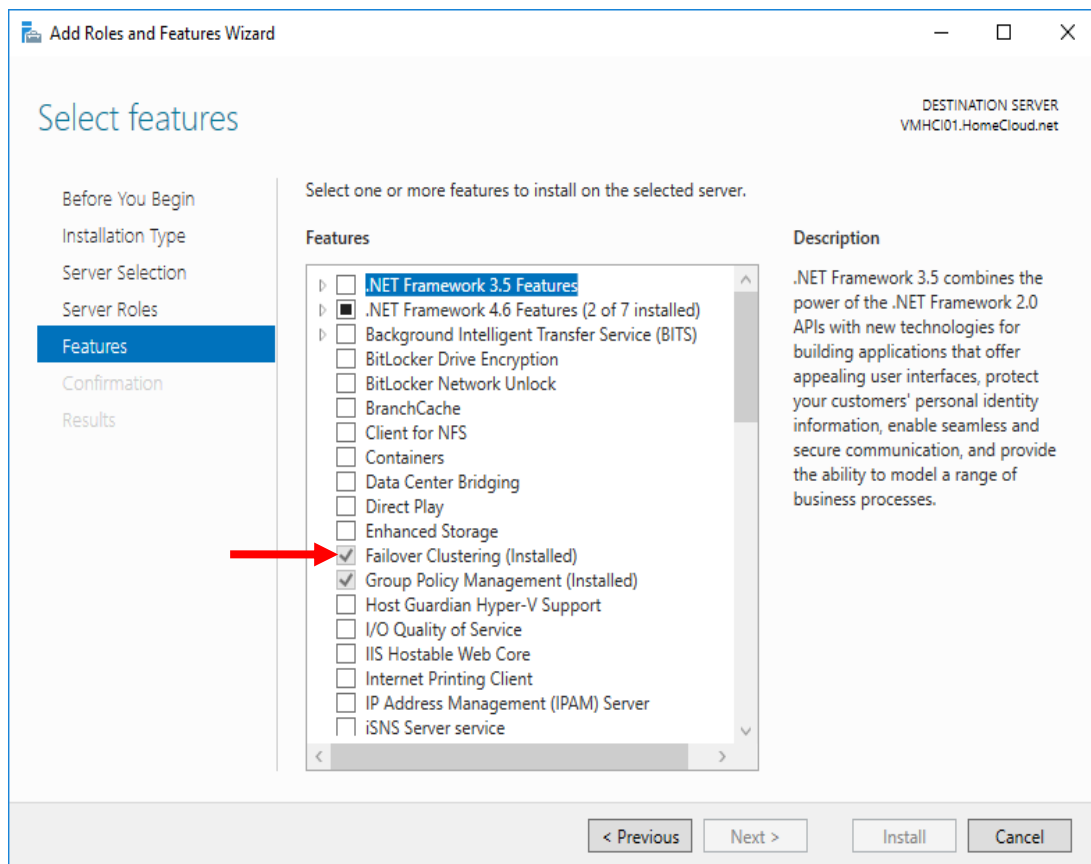


Figure 21 : Installation de la fonctionnalité Failover Clustering.

III.4. Prés requis réseaux

III.4.1. Bande passante requise

Au niveau de la bande passante il faut au minimum du 10 GbE pour les communications intra cluster. Le réseau d'intra cluster est nécessaire pour la réplication et l'accès aux données car comme nous le voyons sur la **figure 22**, le nœud qui fait tourner la MV n'héberge pas forcément les données de cette MV.



Figure 22 : Schéma expliquant la nécessité d'un minimum de 10GbE en bande passante.

Si on prend l'exemple de la MV1, ses données sont sur le nœud 3 et donc c'est pour cette raison qu'il faut au moins un réseau qui soit assez rapide pour pouvoir accéder au nœud 3 en lecture et écriture pour récupérer les données de la MV1. Le cas contraire on va avoir des latences en écriture et lecture assez énorme et donc du coup on va avoir des performances très basses au niveau des MV.

La solution Storage Spaces Direct supporte aussi des réseaux de type 25/40/100 GbE, ça dépend des performances dont on a besoin sur la solution hyperconvergée qu'on va implémenter. Il faut aussi bien prendre compte que les SSD sont très consommateurs en bande passante réseau.

III.4.2 Remote Direct Memory Access (RDMA)

C'est une solution qui va permettre de réduire la consommation CPU, la latence et augmenter les débits.

III.4.2.1 Implémentation de RDMA supporté

On peut déployer des solutions basé sur deux implémentations RDMA qui sont :

- **iWARP (internet Wide Area RDMA Protocol)** : c'est une solution Plug & Play (rien à configurer notamment au niveau de la Qos) il suffit de mettre en place une carte réseau et un Switch compatible avec iWARP et on va pouvoir profiter du RDMA automatiquement.
- **RoCE (RDMA over Converged Ethernet)** : c'est une solution qui va nécessiter une configuration de bout en bout (configuration coté OS et une configuration coté switch).

III.4.3. Exemple de matériels

Voici quelques matériels qu'on peut utiliser pour des déploiements :

- **Cartes réseaux** : au niveau des cartes réseaux on peut déployer des :

-Mellanox Connectx4 pro basé sur du RoCE

-Chelsio T6225-CR basé sur iWARP

- **Switches** : au niveau des switches on peut déployer des :

Mellanox SN2100, LenovoRackSwitch G8272, Cisco Catalyst 3xxx series.

III.5. Conception réseau du cluster

- **Recommandation Microsoft pour les clusters :**

Au niveau du design du cluster, Microsoft recommande au moins une carte réseau physique ou virtuelle pour la gestion du nœud notamment pour les flux active directory, le flux RTP, le flux antivirus etc. Ensuite Microsoft recommande au moins deux cartes physiques ou virtuelles pour les flux du cluster qui comprennent le Heartbeat, le SMB, le Live-Migration ...etc. Voici à quoi ressemble le design du cluster :

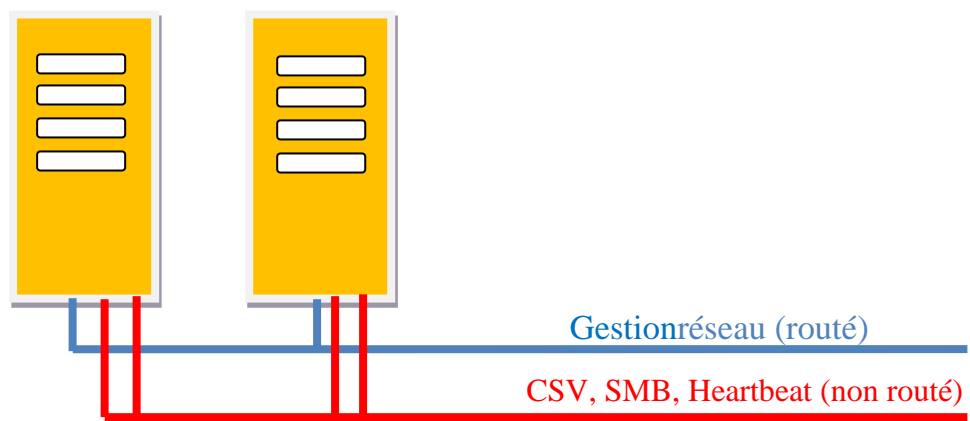


Figure 23 : Exemple d'une conception réseau.

D'après la **figure 23**, on a un flux routé (bleu) appelé gestion réseau où chaque nœud a une carte réseau, ensuite on a un réseau non routé pour les communications intra cluster (CSV, SMB, Heartbeat) où chacun des nœuds a deux cartes réseaux.

- **Simplified SMB MultiChannel**

On va pouvoir s'appuyer sur une nouvelle fonctionnalité de Windows Server 2016 qui s'appelle Simplified SMB MultiChannel, ce système est activé automatiquement dans les clusters Windows Server 2016. Il va permettre de reconnaître automatiquement si nos cartes réseaux sont sur les même switch ou sur le même sous réseau et dans ce cas là automatiquement le cluster va faire la configuration et une seule IP va être configuré pour chaque point d'accès du cluster (chaque réseau du cluster). Dans notre exemple on aura une IP pour deux cartes réseaux sur un nœud (les deux cartes réseaux rouge).

III.6. Prés requis serveurs et stockage

III.6.1. Prés requis serveurs

- **Nombre de nœuds :**

On peut implémenter une solution hyperconvergée basé sur deux nœuds et au maximum jusqu'à 16 nœuds.

- **Processeur :**

Au niveau des processeurs Microsoft recommande des processeurs Intel Nehalem ou bien au minimum deux Intel Xeon par serveur. Au niveau des CPU, le choix des nombres de cœurs est très important. Microsoft a proposé sa solution avec 16 cœurs par machine mais en augmentant le nombre de cœurs on réduit le nombre de serveurs à déployer dans la solution et vu que les serveurs sont plus chère que les licences Windows Server, au coût global on arrive à réduire le coût de la solution.

- **Mémoire :**

Pour le bon fonctionnement du cluster il faut prévoir 10Go d'espace disponible dans la mémoire vive répartis de la manière suivante :

8 Go dédié à Storage Spaces Direct et 2Go pour le fonctionnement du système d'exploitation.

III.6.2. Cartes HBA

Les cartes HBA permettent de connecter les disques à la carte mère. Microsoft recommande d'acheter des cartes HBA simple comme Lenovo N2215 ou DELL HBA330. L'avantage des ces cartes c'est qu'elles sont moins chère.

III.6.3 Prés requis stockage

- **Type de disques :**

Au niveau du stockage on peut implémenter des disques NVMe et ils doivent être attachés à un seul serveur. Il faut aussi privilégier des disques entrepris avec protection contre les coupures de courant et éviter d'acheter des disques grands publics.

Microsoft recommande d'utiliser un disque complet pour en installer le système d'exploitation.

- **Configuration du cluster :**

Tous les serveurs vont avoir la même configuration et les mêmes types de disques, cartes réseaux, CPU et RAM.

- **Minimum de disques requis :**

Voici un tableau récapitulatif de disques minimum requis selon le type déployé :

Tableau II : Disques requis

Disque déployé	Minimum requis
NVMe seulement (mêmes modèles)	4 NVMe
SSD seulement (mêmes modèles)	4 SSD
NVMe + SSD	2 NVMe + 4 SSD
NVMe + HDD	2 NVMe + 4 HDD
SSD + HDD	2 SSD + 4 HDD

III.7. Fonctionnement du Software Storage Bus

Software Storage Bus est la première couche logiciel de la solution Storage Spaces Direct, c'est un bus de stockage virtuel étendu aux nœuds du cluster, donc chaque nœud qui sera à l'intérieur du cluster aura accès à ce bus logiciel. Software Storage Bus va permettre à tous les nœuds de voir et accéder à tous les disques du cluster.

Le Software Storage Bus va utiliser le protocole SMB3, grâce à celui-ci on va pouvoir s'appuyer sur le SMB MultiChannel notamment pour agréger plusieurs cartes réseaux pour cumuler la bande passante et gérer la haute disponibilité.

Le Software Storage Bus a quelques algorithmes intégré pour la gestion équitable des nœuds donc pas de nœud qui fasse plus qu'un autre.

- **Fonctionnement :**

On va avoir un système de ClusPort qui va être une carte HBA virtuelle.

On va avoir un Clusblft qui permet la virtualisation des disques.

Prenons le schéma ci-dessous qui est un cluster composé de quatre nœuds :

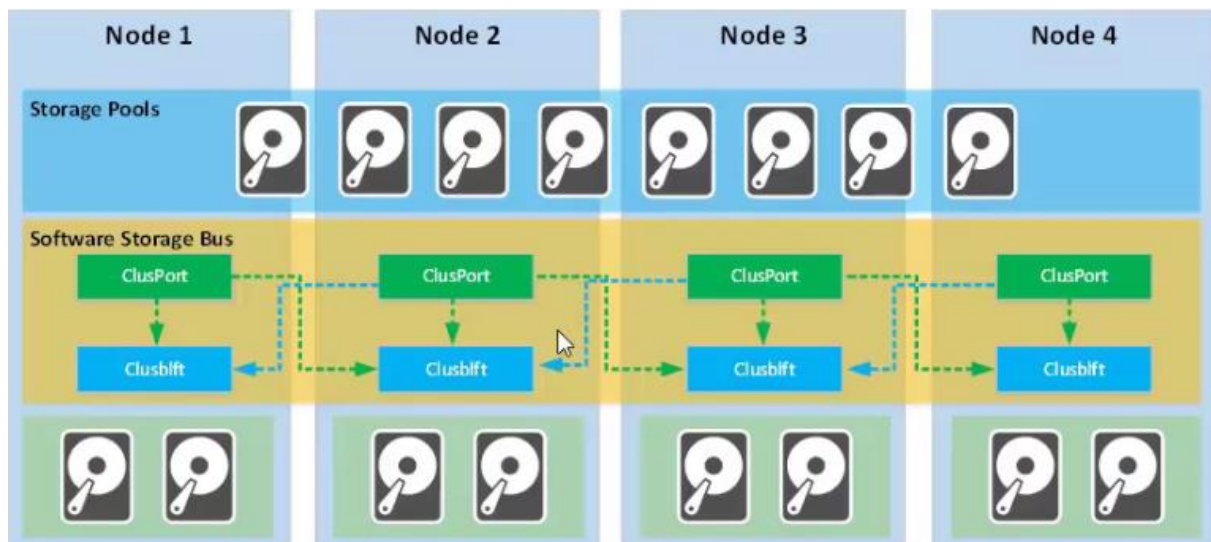


Figure 24 : Représentation schématique du fonctionnement de SSB.

On a en bas sur la couche verte les disques physique et au milieu on a le Software Storage Bus. Chacun des nœuds a un ClusPort et un Clusblft, le ClusPort de chaque nœud va initier une connexion sur le Clusblft pour avoir accès aux disques de nœud des ses camarades et donc grâce à ce système là le nœud 1 est capable d'accéder aux disques du nœud 2, du nœud 3 et du nœud 4. La même chose pour les autres nœuds.

III.8. Déploiement d'un cluster Storage Spaces Direct

La solution sera faite sur un serveur physique où on va déployer quatre machines virtuelles comme étant des serveurs « VMHCI01, VMHCI02, VMHCI03, VMHCI04 » de génération 2 avec 4 vCPU chacune et 8GB de mémoire statique et chacune va avoir 2 carte réseaux virtuel et un disque OS de Windows server 2016 installé en mode core, plus 8 disques virtuelles de 100GB en dynamique.

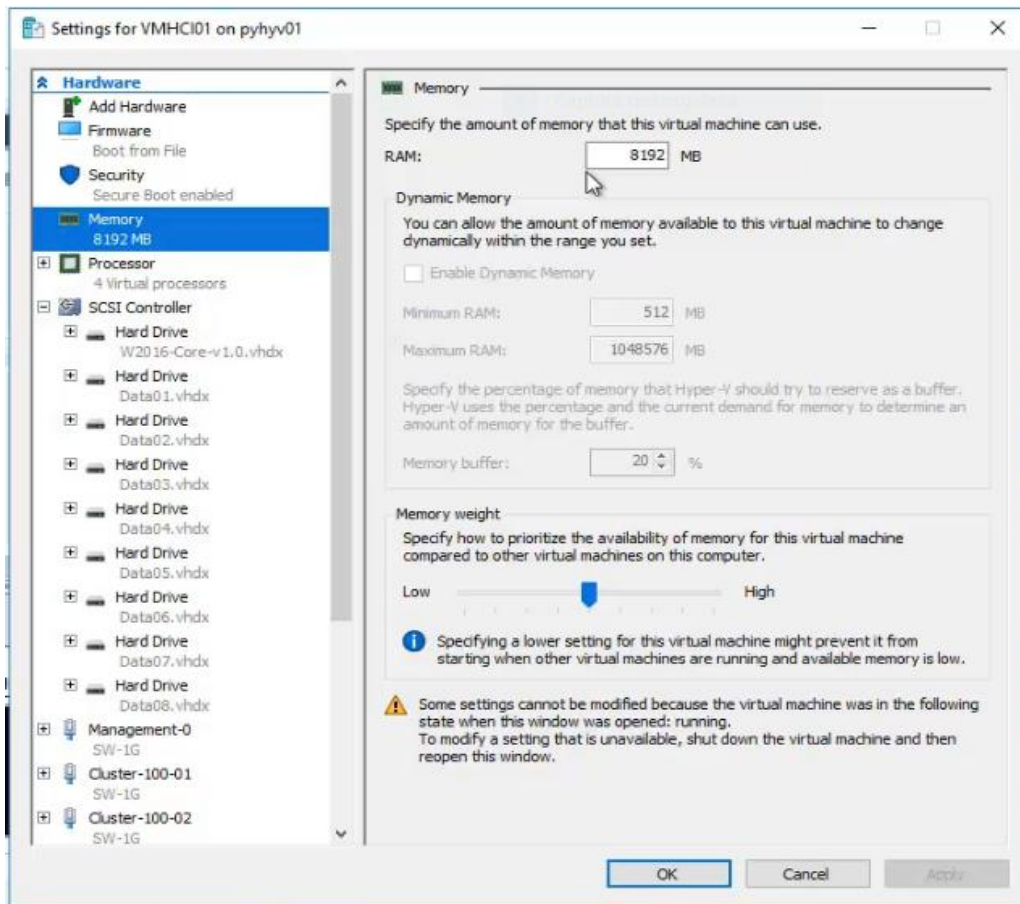
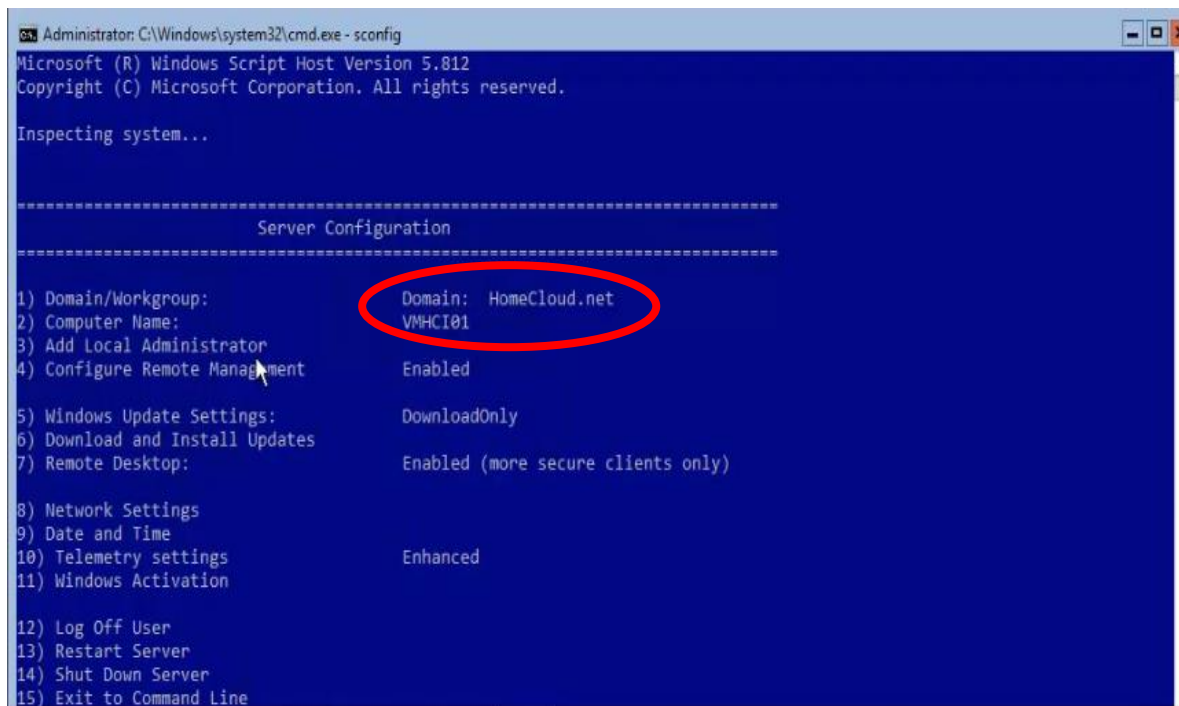


Figure 25 : VMHCI01.

III.8.1. Configuration des machines virtuelles

III.8.1.1. Joindre les machines virtuelles au domaine

- Depuis l'invite de commande de la machine virtuelle, on tape **Sconfig**
- Dans le menu des options de configuration du serveur, on choisit l'option 1
- Ensuite on tape **D** et on donne le nom de domaine à joindre (**HomeCloud.net**)
- On spécifie un domaine utilisateur autorisé (**HOME CLOUD**)
- On tape le mot de passe associé au domaine, on clique sur **Entrée**



```
Administrator: C:\Windows\system32\cmd.exe - sconfig
Microsoft (R) Windows Script Host Version 5.812
Copyright (C) Microsoft Corporation. All rights reserved.

Inspecting system...

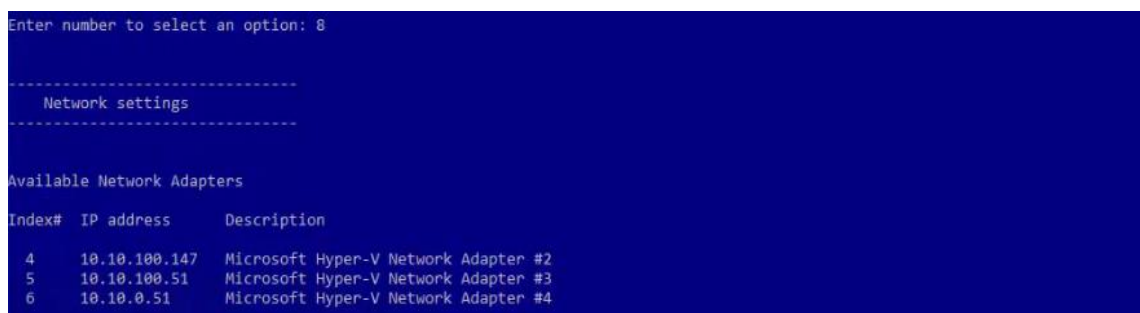
-----
Server Configuration
-----

1) Domain/Workgroup:          Domain: HomeCloud.net
2) Computer Name:            VMHCI01
3) Add Local Administrator
4) Configure Remote Management Enabled
5) Windows Update Settings:  DownloadOnly
6) Download and Install Updates
7) Remote Desktop:          Enabled (more secure clients only)
8) Network Settings
9) Date and Time
10) Telemetry settings       Enhanced
11) Windows Activation
12) Log Off User
13) Restart Server
14) Shut Down Server
15) Exit to Command Line
```

Figure 26 : Joindre la machine VMHCI01 au domaine.

III.8.1.2. Configuration réseau

- Depuis l'invite de commande de la machine virtuelle, on tape **Sconfig**
- Dans le menu des options de configuration de la MV, on choisit l'option 8
- La liste des cartes réseaux de la MV apparaît, on configure chacune d'elle selon l'index tapé.



```
Enter number to select an option: 8

-----
Network settings
-----

Available Network Adapters

Index#  IP address  Description
-----  -
4       10.10.100.147  Microsoft Hyper-V Network Adapter #2
5       10.10.100.51   Microsoft Hyper-V Network Adapter #3
6       10.10.0.51     Microsoft Hyper-V Network Adapter #4
```

Figure 27: Les cartes réseaux de la MV configurées.

III.8.2 Activation de la Nested Hyper-v

Pour pouvoir profiter d'Hyper-V dans les machines virtuelles on va s'appuyer sur la Nested virtualisation pour activer Hyper-V dans les machines virtuelles.

Pour cela on lance la commande PowerShell avec la méthode **Set-VMProcessor**.

```
Windows PowerShell
Copyright (C) 2016 Microsoft Corporation. Tous droits réservés.

PS C:\Users\Administrateur> Set-VMProcessor -VMName "VMHCI" -ExposeVirtualizationExtensions $true
```

Figure 28 : Commande d'activation de la Nested Hyper-V.

III.8.3. Activation du RDMA (Remote Direct Memory Access)

On active sur chacun des serveurs le RDMA

- On entre en PowerShell sur chacun des serveurs avec la commande **enter-ssession** suivi du nom de serveur.
- On récupère les noms des cartes réseaux grâce à la méthode **get-netadapter**
- On active le RDMA sur les cartes réseaux cluster avec la méthode **Enable-NetAdapterRDMA** suivi du nom des cartes réseaux.
- On vérifie notre activation avec la commande **Get-NetAdapterRDMA**

```
PS C:\Windows\system32> enter-ssession VMHCI01
[VMHCI01]: PS C:\Users\rserre\Documents> get-netadapter
```

Name	InterfaceDescription	ifIndex	Status	MacAddress	LinkSpeed
Management-0	Microsoft Hyper-V Network Adapter #4	9	Up	00-15-5D-00-05-60	2 Gbps
Cluster-100-02	Microsoft Hyper-V Network Adapter #2	6	Up	00-15-5D-00-05-62	2 Gbps
Cluster-100-01	Microsoft Hyper-V Network Adapter #3	5	Up	00-15-5D-00-05-61	2 Gbps

```
[VMHCI01]: PS C:\Users\rserre\Documents> Enable-NetAdapterRDMA "Cluster*"
[VMHCI01]: PS C:\Users\rserre\Documents> Get-NetAdapterRDMA
```

Name	InterfaceDescription	Enabled
Management-0	Microsoft Hyper-V Network Adapter #4	False
Cluster-100-02	Microsoft Hyper-V Network Adapter #2	True
Cluster-100-01	Microsoft Hyper-V Network Adapter #3	True

```
[VMHCI01]: PS C:\Users\rserre\Documents> _
```

Figure 29 : Activation de RDMA.

III.8.4. Création du cluster

III.8.4.1. Installation des rôles et les fonctionnalités sur les VMs

On active sur chacune des machines virtuelles (serveurs) Hyper-V et Failover-Clustering :

- On se connecte à chacune des machines virtuelle avec la commande **Enter-Pssession**.
- On lance la commande **Install-windowsFeatures** suivi du nom des fonctionnalités.

```
PS C:\Windows\system32> Enter-PSSEssion VMHCI01
[VMHCI01]: PS C:\Users\rserre\Documents> Install-WindowsFeature Hyper-V, Failover-Clustering -IncludeManagementTools -Restart
Success Restart Needed Exit Code      Feature Result
-----
True   Yes           SuccessRest... {Failover Clustering, Hyper-V, Hyper-V Mod...}
WARNING: You must restart this server to finish the installation process.
```

Figure 30 : Installation des fonctionnalités.

III.8.4.2. Test du cluster

Dans cette étape, on va tester le cluster pour s'assurer de la bonne configuration des machines virtuelles (serveurs) et voir si on peut déployer le cluster.

```
PS C:\Windows\system32> Test-Cluster -Node "VMHCI01", "VMHCI02", "VMHCI03", "VMHCI04" -Include "Storage Spaces Direct",
Inventory Network, "System Configuration"
```

Figure 31 : Tester le cluster.

III.8.4.3. Montée du cluster

Une fois que les deux étapes en haut sont faites on va créer un cluster avec les nœuds qu'on a validé pour la création du cluster à l'étape précédente à l'aide de la commande PowerShell **New-Cluster** suivi des noms des serveurs et le nom qu'on va donner au cluster créée, ici c'est Cluster-Hyv02.

```
PS C:\Windows\system32> New-Cluster -Node "VMHCI01", "VMHCI02", "VMHCI03", "VMHCI04" -Name Cluster-Hyv02 -StaticAddress
10.10.0.52 -NoStorage
```

Figure 32 : Création du cluster-Hyv02.

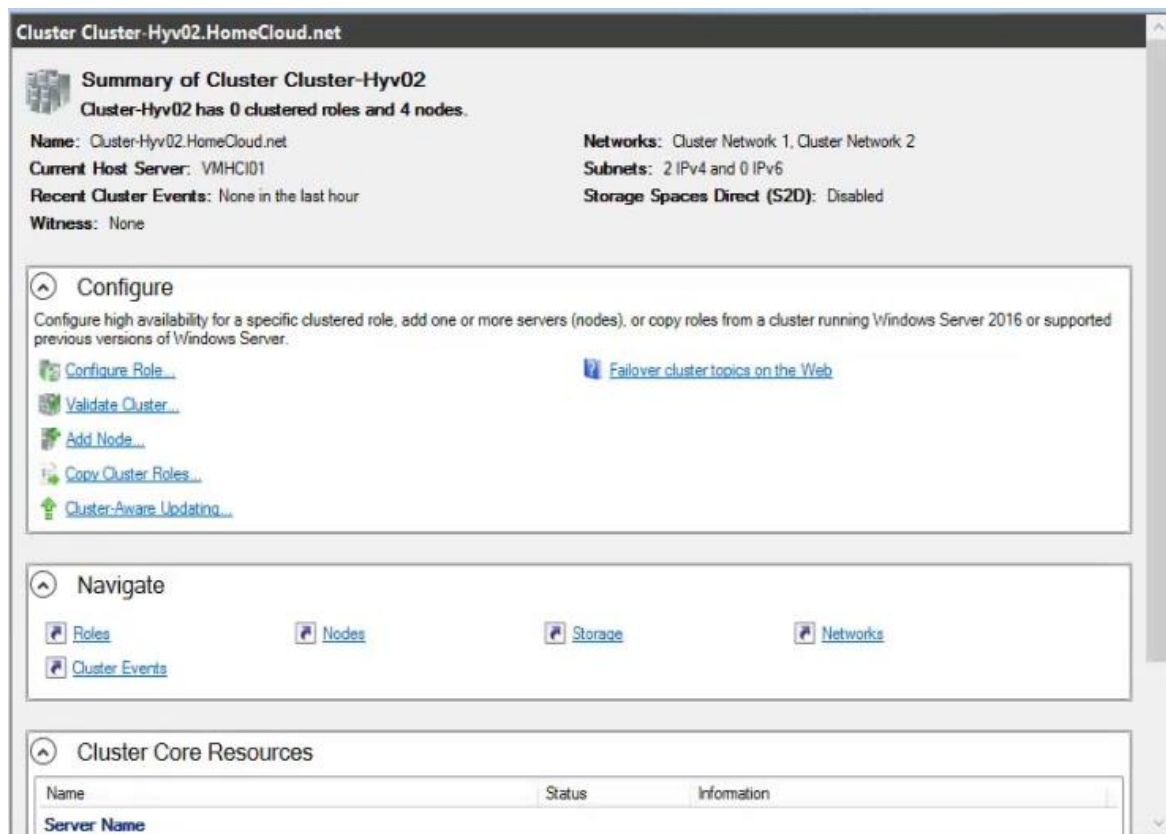


Figure 33 : Cluster-Hyv02.

III.8.5. Ajout d'un quorum « témoin de nuage » au cluster

Microsoft Cloud Witness (témoin de nuage) est une fonction de haute disponibilité qui propose des clusters de basculement (pour faire basculer un service ou une application dont le serveur sur site est interrompu) qui utilisent le stockage de la plate-forme Microsoft Azure.

La fonctionnalité Microsoft Cloud Witness présente un intérêt pour les entreprises qui disposent de clusters sur plusieurs sites ou qui exécutent de petits clusters sous Hyper-V dans un environnement de bureau distant/succursale, pour lesquels une sauvegarde est nécessaire dans l'éventualité d'une panne. L'ajout des nœuds du cluster dans le stockage Azure garantit au cluster qu'il disposera d'un quorum de nœuds pour se maintenir en fonctionnement.

Pour ajouter un quorum au cluster on suit les étapes suivantes :

- On clique avec le bouton droit sur le cluster-> More Actions -> configure Cluster Quorum Settings. Cela lance l'Assistant Configuration du quorum du cluster.

- Dans la page **Select Quorum Configuration Option**, on sélectionne Advanced Quorum Configuration.
- Dans la page **Select Voting Configuration**, on coche sur All Nodes.
- Dans la page **Select Quorum Witness** on sélectionne Configure a cloudwitness
- Dans la page **Configure cloudwitness**, on entre les informations suivantes :
 - Nom du compte de stockage Azure. (Paramètre obligatoire)
 - Clé d'accès correspondante au compte de stockage. (Paramètre obligatoire)

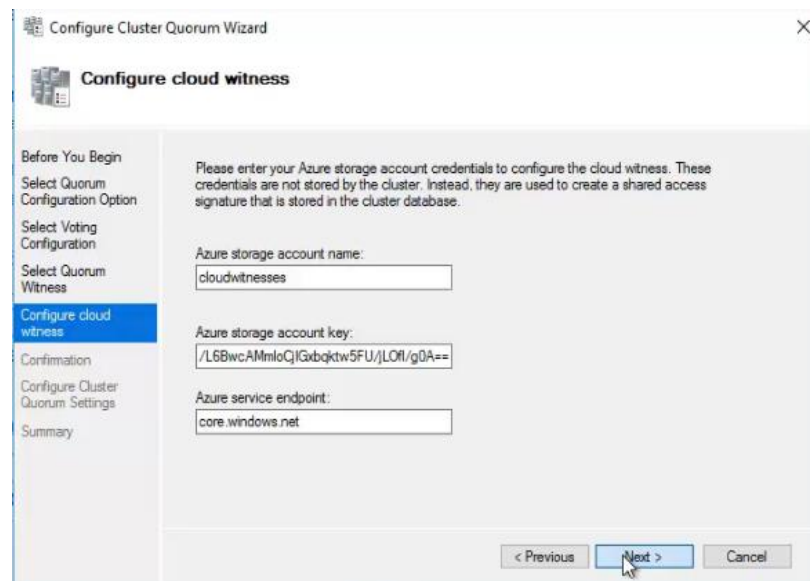


Figure 34 : Configuration du témoin Cloud.

- ✚ Une fois la configuration du témoin Cloud terminée, on peut afficher la ressource témoin nouvellement créée dans le Gestionnaire du cluster de basculement comme le montre la **figure 35**.

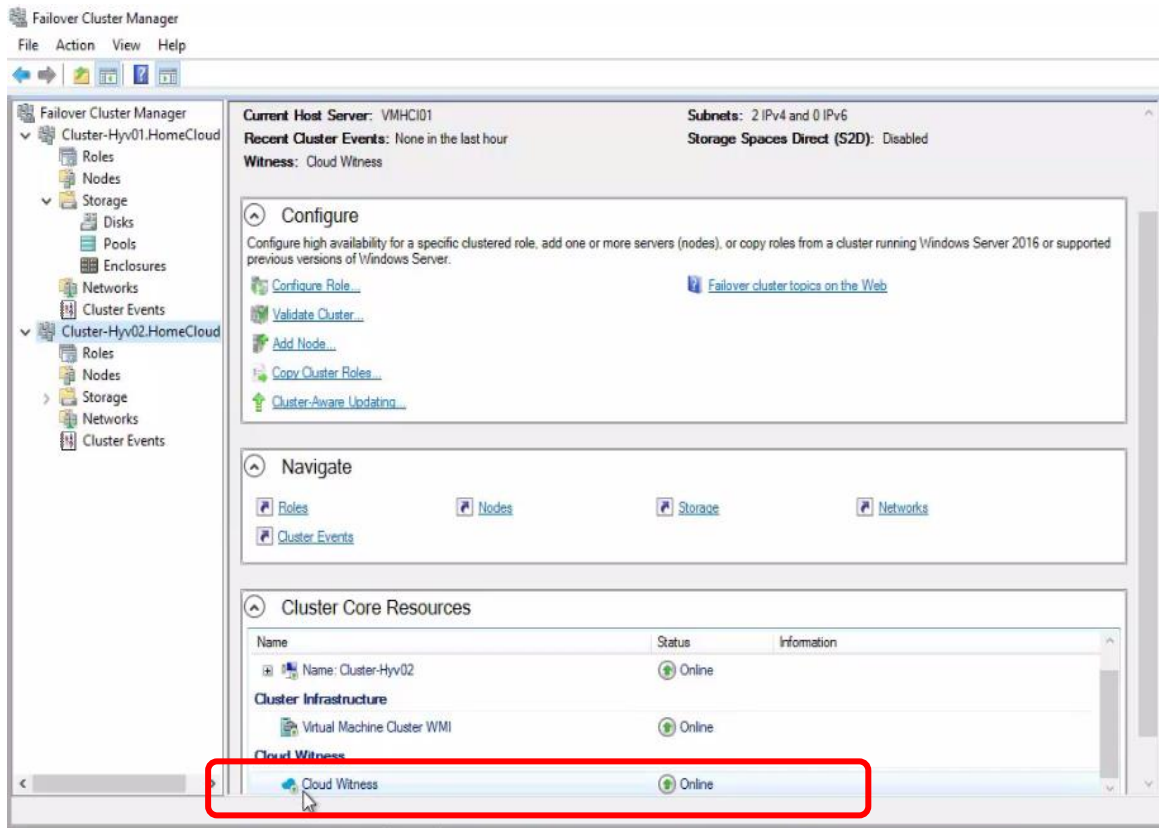


Figure 35 : Témoin Cloud ajouté.

III.8.6. Activation du Storage Spaces Direct « S2D » sur le cluster

Pour activer Storage Spaces Direct on utilise la commande **Enable-ClusterS2D**

```
PS C:\Windows\system32> $Cim = New-CimSession Cluster-Hyv02
PS C:\Windows\system32> Enable-ClusterS2D -CimSession $Cim

Confirm
Are you sure you want to perform this action?
Cluster-Hyv02: Performing operation 'Enable Cluster Storage Spaces Direct' on Target 'Cluster-Hyv02'.
[Y] Yes [A] Yes to All [N] No [L] No to All [S] Suspend [?] Help (default is "Y"): y
WARNING: Cluster-Hyv02: 2017/04/23-09:49:21.343 Node VMHCI03: No disks found to be used for cache
WARNING: Cluster-Hyv02: 2017/04/23-09:49:21.353 Node VMHCI01: No disks found to be used for cache
WARNING: Cluster-Hyv02: 2017/04/23-09:49:21.353 Node VMHCI02: No disks found to be used for cache
WARNING: Cluster-Hyv02: 2017/04/23-09:49:21.369 Node VMHCI04: No disks found to be used for cache
WARNING: Cluster-Hyv02: 2017/04/23-09:49:21.428 C:\Windows\Cluster\Reports\Enable-ClusterS2D on
2017.04.23-09.49.21.428.htm
PS C:\Windows\system32>
```

Figure 36 : Commande d'activation de S2D.

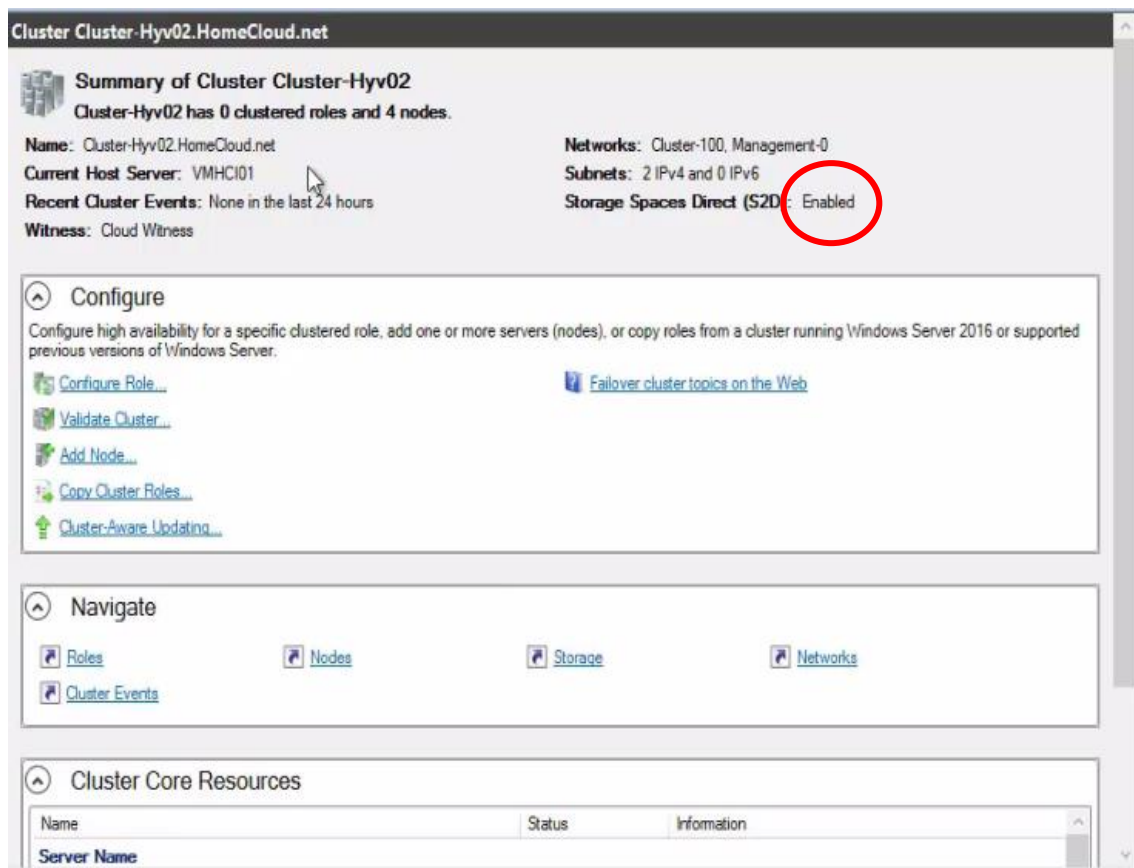


Figure 37: S2D activé.

III.9. Déploiement d'un Storage Pool et de Storage Spaces

III.9.1. Déploiement du Storage Pool

Précédemment on a créé un cluster de Storage Spaces Direct dans lequel on a mis quatre nœuds et huit disques par nœud, lorsqu'on a activé le Storage Spaces Direct automatiquement un Storage Pool a été créé. Ce dernier va faire en sorte que les disques fonctionnent tous ensemble. Le Storage Pool porte le nom S2D et le nom du cluster (**Figure 38**).

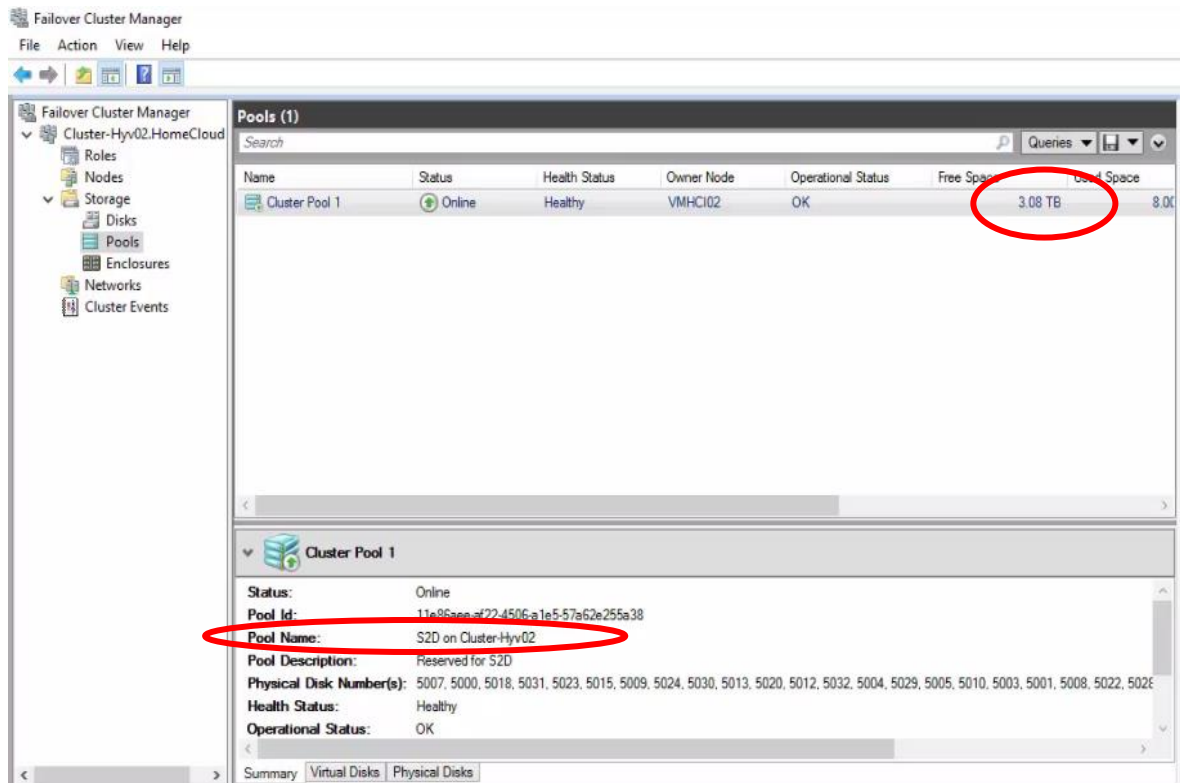


Figure 38: Storage Pool.

III.9.2. Déploiement de Storage Spaces

C'est l'entité qui va permettre d'héberger les données du cluster (les données des machines virtuelles ou applications). Dans Storage Spaces on a deux notions :

1. **Colonnes** : ce sont le nombre de disque qui participent au Storage Space pour fonctionner, par exemple si on a quatre colonnes ça veut dire que la donnée sera découpée en blocs qui seront hébergés sur quatre disques différents.
2. **Interleave** : c'est la taille du bloc (par défaut 256 Ko).

Storage Spaces s'appuie pour son fonctionnement dans le cluster sur les Cluster Shared Volume (CSV). Un seul CSV peut gérer des centaines de machines virtuelles (VM) ou applications, ils permettent à ces dernières dans un cluster de basculement d'avoir simultanément un accès en lecture-écriture au même LUN (disque). Il n'est pas nécessaire de disposer d'un numéro d'unité logique (LUN) distinct pour chaque VM ou application.

III.9.2.1. Création d'un Cluster Shared Volume

❖ Récupérer le nom du Storage Pool

On lance en PowerShell la commande `get-StoragePool`

```
PS C:\Windows\system32> get-storagepool
-----
FriendlyName      OperationalStatus HealthStatus IsPrimordial IsReadOnly
-----
Primordial        OK              Healthy      True          False
S2D on Cluster-Hyv02 OK              Healthy      False         False
```

Figure 39 : Récupération du nom de Storage Pool.

❖ Filtrer sur le cluster –Hyv02

Pour créer un volume sur notre cluster on lance la commande `New-Volume` suivi du nom du cluster. On va spécifier le nom du volume (3wMirroring) et le nombre des colonnes (4 disques).

```
PS C:\Windows\system32> New-Volume -StoragePoolFriendlyName "Cluster-Hyv02" `
>> -FriendlyName "3wMirroring" `
>> -NumberOfColumns 4 `
>> -PhysicalDiskRedundancy 2 `
>> -ResiliencySettingName Mirror `
>> -FileSystem CSVFS_REFS `
>> -Size 50GB
DriveLetter FileSystemLabel FileSystem DriveType HealthStatus OperationalStatus SizeRemaining Size
-----
3wMirroring CSVFS Fixed Healthy OK 50.87 GB 51.81 GB
```

Figure 40 : Création du volume sur le cluster-Hyv02.

❖ Vérification de la bonne création

Dans le gestionnaire du Failover Cluster on voit bien que le volume a été créé comme le montre la **figure 41**.

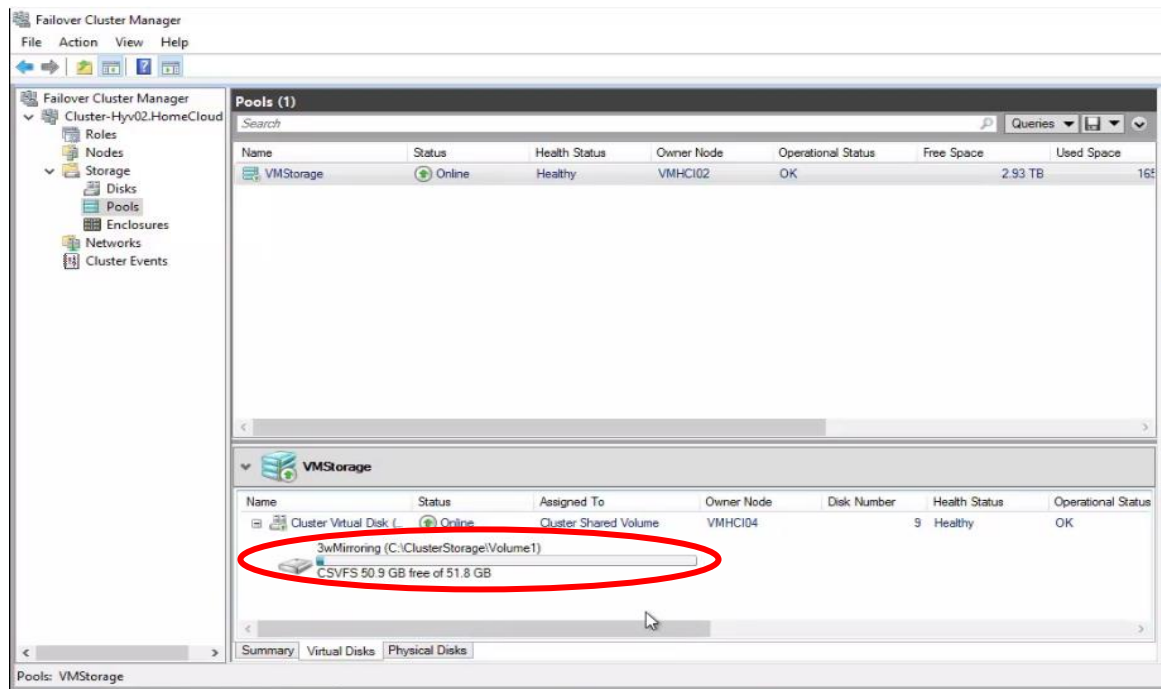


Figure 41 : Volume créé.

III.10. Création d'une machine virtuelle ou application

- Dans le gestionnaire de FailoverClustering on clique sur **newvirtual machine**
- Dans la fenêtre **New Virtual Machine Wizard** qui apparaisse, on choisit le nœud sur lequel on veut créer la machine virtuelle qui va servir d'une application et on clique sur OK.

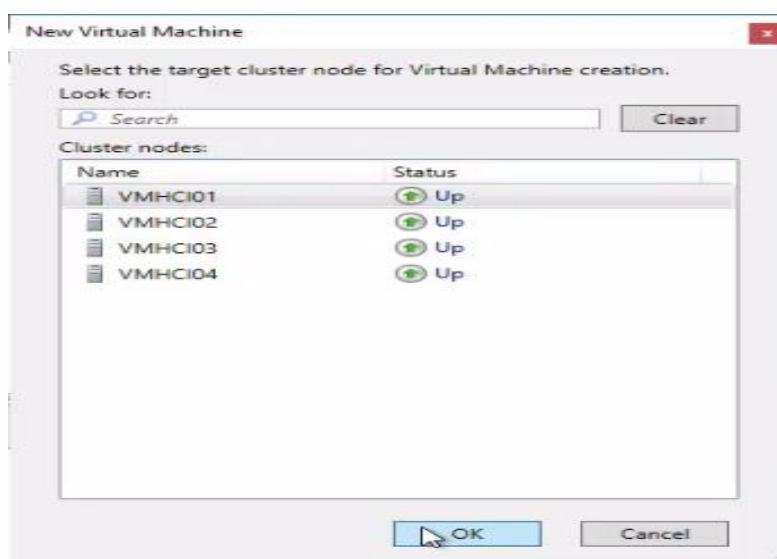


Figure 42 : Spécification du choix de nœud.

- Dans la rubrique **Before You Begin** on clique sur Next.
- Dans la rubrique **Specify Name and Location** on spécifie un nom pour notre machine (**MaVM**) et on choisit de la stocker dans le volume qu'on a créé (**3wMirroring**) puis on clique sur Next.

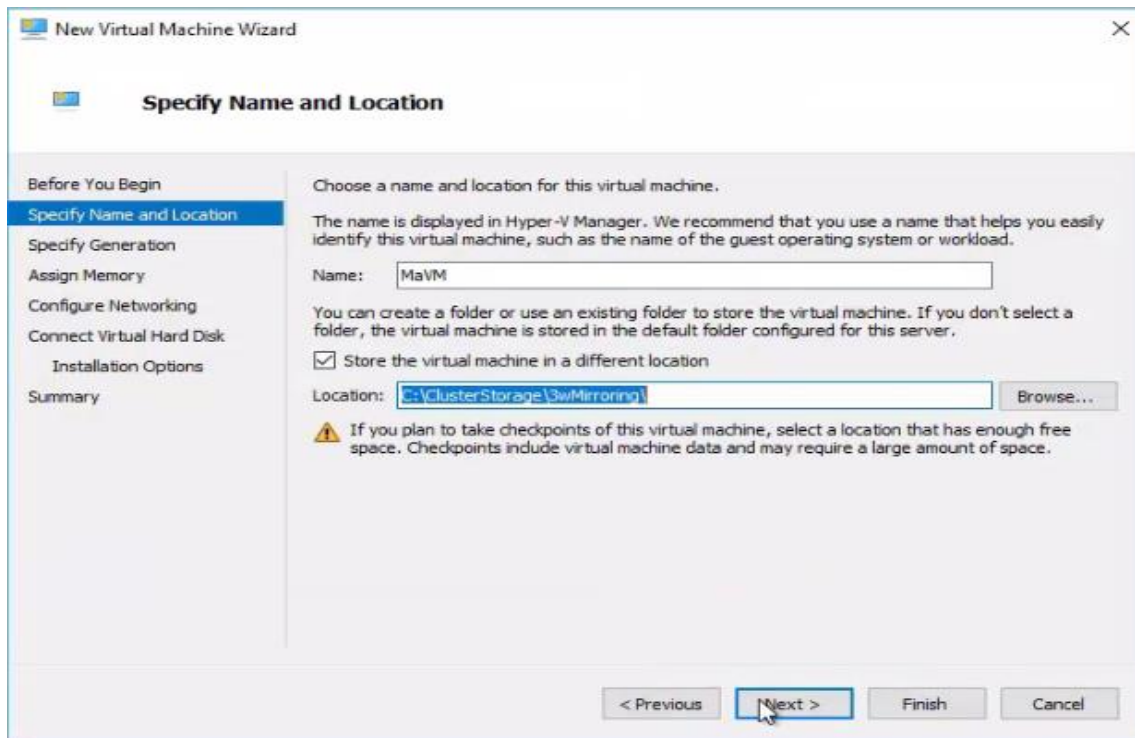


Figure 43 : Spécification du nom et le volume.

- Dans les deux rubriques qui suivent on spécifie la génération de la machine virtuelle (**gen2**) et la capacité de la RAM et on clique sur **Next**.
- Dans la rubrique **Connect Virtual Hard Disk** on clique sur **Next**.
- Enfin on clique sur **Finish**.

✚ La **figure 45** montres bien qu'on a créé **MaVM** sur le nœud **VMHCI01**

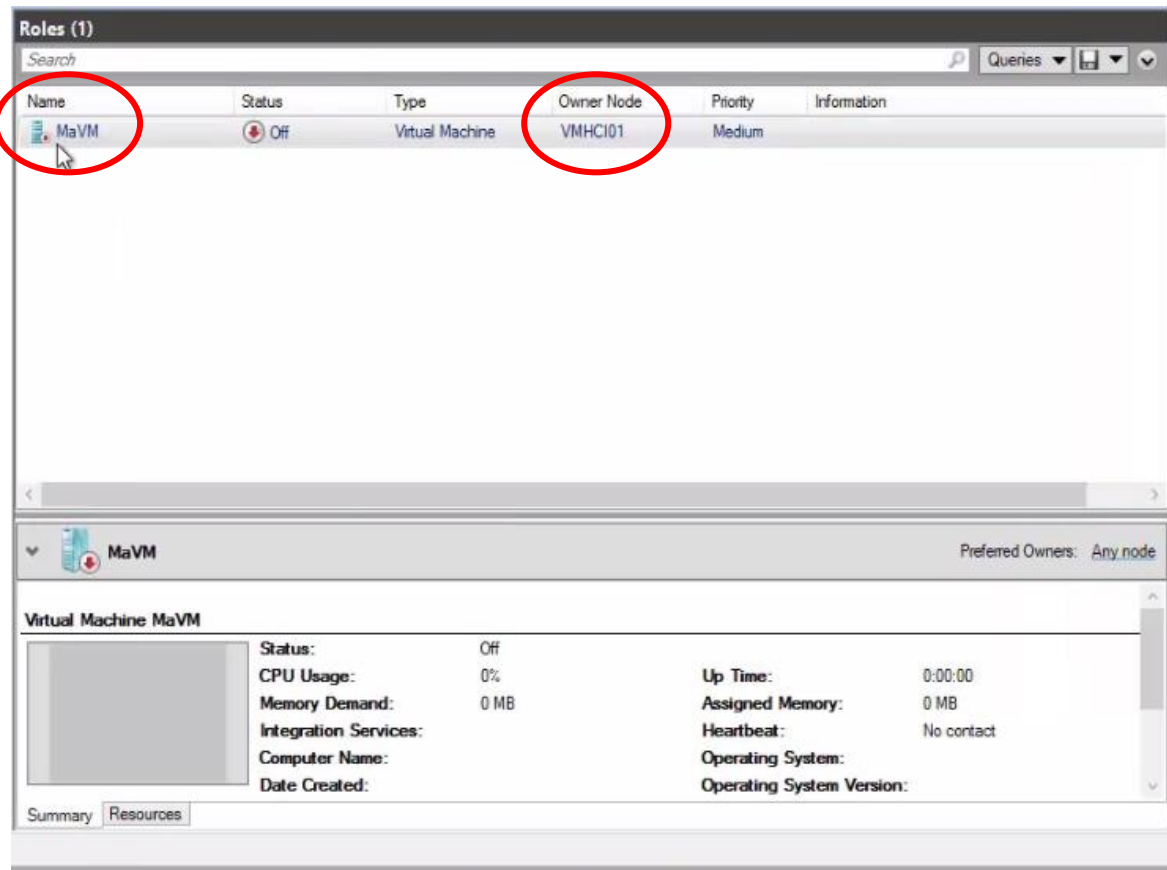


Figure 44 : Machine virtuelle (MaVM) créée.

III.11. Ajout et suppression d'un nœud

III.11.1. Ajout d'un nœud

- Supposons qu'on a un nouveau nœud (machine virtuelle) qui s'appelle " VMHCI05" ce nœud à la même configuration matériel que les autres nœuds qu'on a créé précédemment.
- On ajoute à ce nœud le rôle Hyper-v et failover-clustering.
- On active RDMA sur les cartes réseaux
- On test si le nœud est prêt à être ajouté au cluster en lançant la commande **Test-cluster** mais cette fois ci avec le nœud "VMHCI05" en plus des autres nœuds.

```
PS C:\Windows\system32> Test-Cluster -Node VMHCI01, VMHCI02, VMHCI03, VMHCI04, VMHCI05
>> -Include "Storage Spaces Direct", Inventory, Network, "System Configuration"
>> -Cluster Cluster-Hyv02
```

Figure 45 : Test de la possibilité d'ajout.

- Une fois que le test est validé on peut ajouter le nœud au cluster en lançant la commande **Add-ClusterNode** suivi du nom de nœud (**VMHCI05**) et le nom du cluster (**Cluster-Hyv02**).

```
PS C:\Windows\system32> Add-ClusterNode -Name VMHCI05 -Cluster Cluster-Hyv02
PS C:\Windows\system32>
```

Figure 46 : Ajout du nœud VMHCI05 au cluster.

- ✚ On peut voir que la capacité de Storage pool a augmentée automatiquement comme le montre la **figure 47**.

Health Status	Owner Node	Operational Status	Free Space	Used Space	Capacity	Information
Healthy	VMHCI02	OK	3.25 TB	619 GB	3.86 TB	

Figure 47 : Capacité du Storage pool augmente.

III.11.2. Suppression d'un nœud

Pour supprimer un nœud on va utiliser la commande **Remove-ClusterNode** suivi du nom de nœud et le nom du cluster.

```
PS C:\Windows\system32> Remove-ClusterNode VMHCI05 -CleanupDisks -Cluster Cluster-Hyv02
Remove-ClusterNode
Are you sure you want to evict node VMHCI05 and cleanup its disks?
[Y] Yes [N] No [S] Suspend [?] Help (default is "Y"): y
PS C:\Windows\system32>
```

Figure 48: suppression du nœud VMHCI05.

III.12. Monitoring (suivi) de la solution et Health Service

III.12.1. Health Service et comment ça fonctionne

Health Service est un nouveau service qui est présent dans les clusters Failover de Windows Server 2016, activé automatiquement lorsque Storage Spaces Direct est activé. Health Service rassemble les métriques et les alertes en temps réel des nœuds du cluster, cela

veut dire que pour récupérer les métriques globales des nœuds du cluster on n'aura pas besoin de se connecter sur chaque nœud du cluster, tout ça est accessible depuis un seul point et via des API (Application Programming Interface).

La **figure 49** illustre le fonctionnement de ce qu'on vient d'expliquer, où on a des nœuds qui remontent les informations au Health Service et nous en tant que consommateurs nous allons interroger le Health Service pour récupérer les informations remontées par les nœuds.

Comme on peut le voir sur ce schéma, on a un seul point d'entrée au lieu de plusieurs points d'entrées pour chaque nœud, c'est intéressant pour rassembler les informations liées à Storage Spaces Direct dans le cluster.

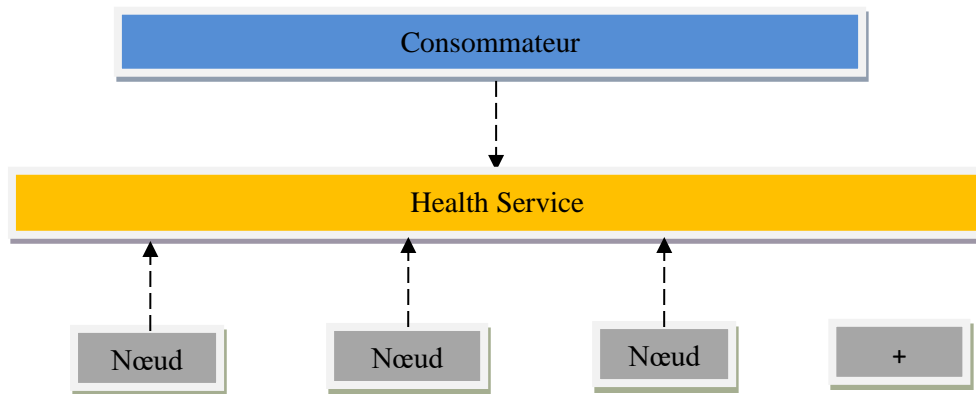


Figure 49 : Schéma du fonctionnement de Health Service.

Voici quelques informations que peut remonter le Health Service :

- Perte d'un disque physique ;
- Un volume détaché ou qui n'a plus beaucoup de capacités ;
- Un nœud qui est tombé ou en quarantaine ou qui est isolé ;
- Des problèmes de cartes réseaux (déconnectés par exemple) ;
- Problèmes de stockage ;
- Problèmes liés à la Qos.

III.12.2. Solution de Monitoring

Il existe plusieurs solutions de monitoring comme :

- **SCOM (System Center Operating Manager):** ce système s'appuie sur le Health Service et remonte directement les informations sur l'interface. On aura des compteurs au niveau de l'espace utilisé, de l'espace libre, consommation en terme CPU, RAM.....etc.

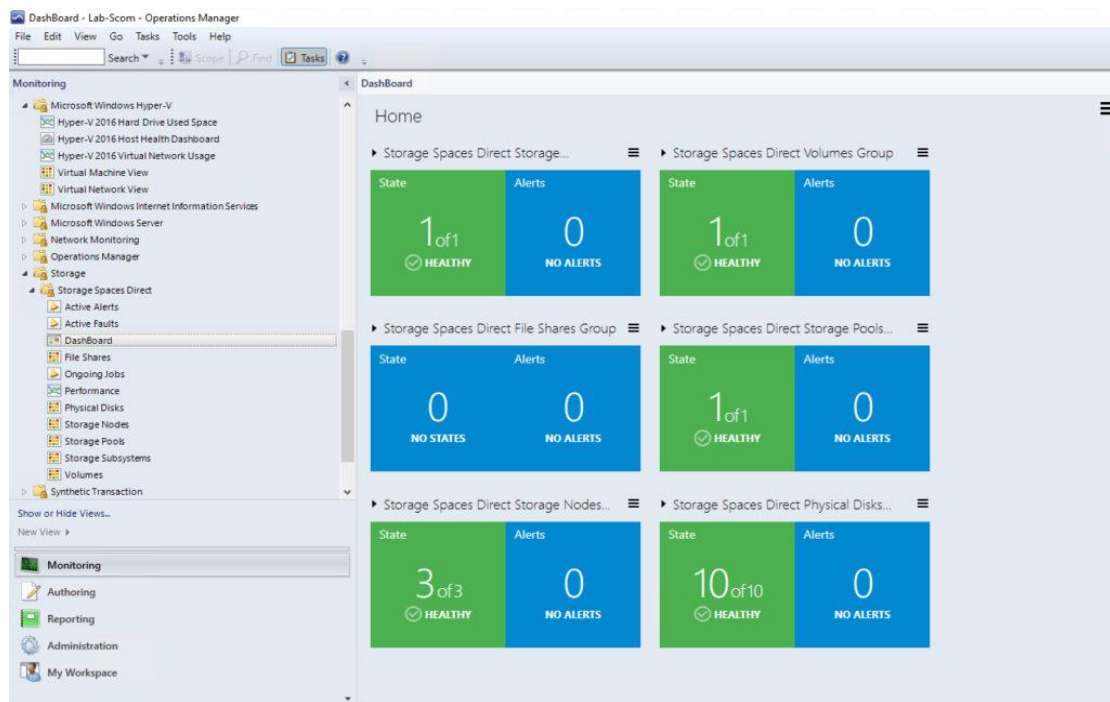


Figure 50 : Interface SCOM.

- **DataOn Must :** C'est une solution (Appliance) très souple mais qui coûte très chère, conçu par DataOn qui est un fabricant de matériels et qui est spécialisé notamment dans les solutions Microsoft. Cette entreprise refuse de vendre sa solution en séparé et exige aux clients l'achat du matériel DataOn pour en avoir accès. Ce qui est désavantageux notamment en termes de coût qu'on veut réduire au maximum avec les solutions hyperconvergée.

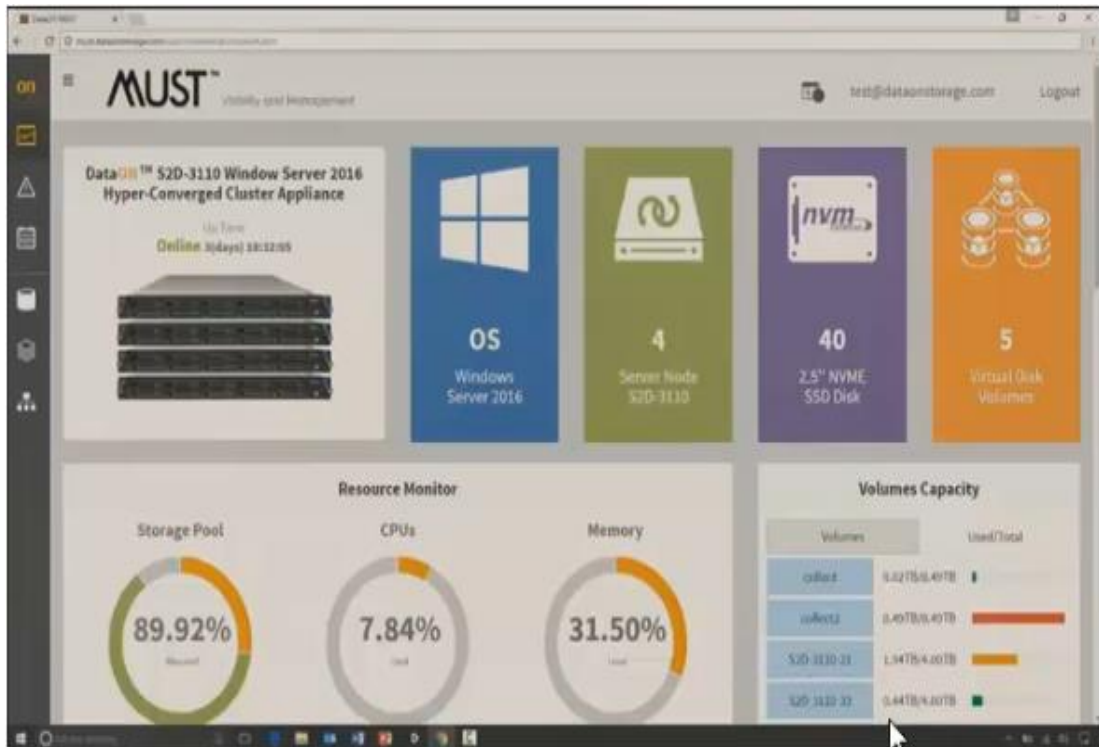


Figure 51 : Interface DataOn Must.

- **Log Analytics** : C'est une solution de Azure

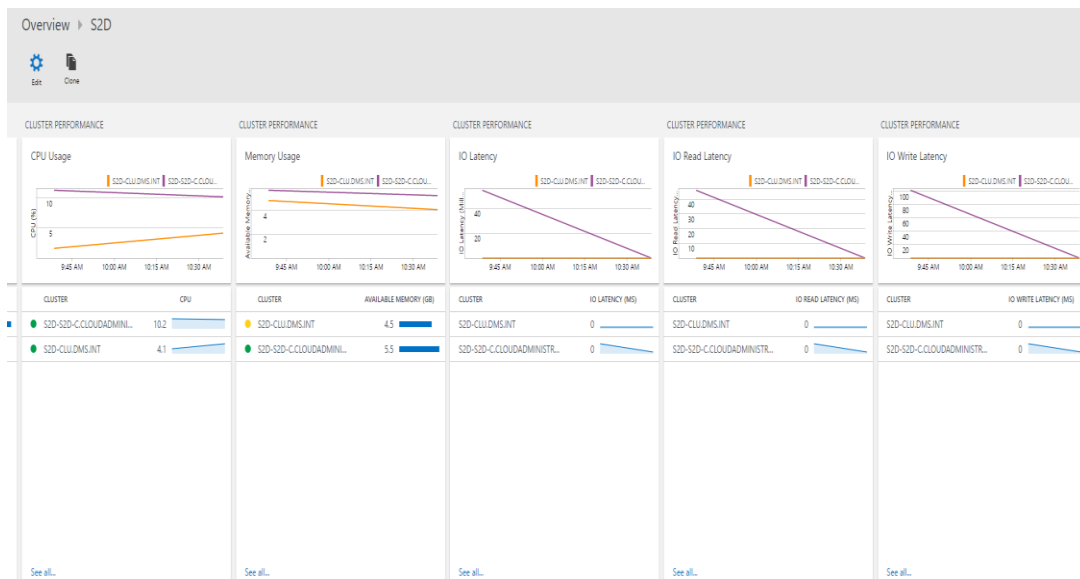


Figure 52 : Interface Log Analytics.

III.13.Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons constaté que la mise en place de la solution hyperconvergée de Microsoft est un projet très intéressant qui facilite le travail aux administrateurs et qui permet une meilleure gestion du réseau, un gain de temps et de coût. Nous avons présenté les rôles et les fonctionnalités de Windows Server requises, ainsi les pré requis matériels et réseaux. Ensuite nous avons présenté les différentes étapes de l'implémentation de la solution.

Conclusion

Générale

Conclusion générale

Notre projet d'étude a porté sur la technique de la mise en place de la solution hyperconvergée de Microsoft. Cette solution est de plus en plus exploitée en entreprise et continue à prendre de l'ampleur à un rythme soutenu.

Avec la multiplication et la complexité croissante des données, la gestion du stockage et la réduction du coût sont devenues une problématique majeure pour l'entreprise. Parallèlement, les systèmes IT hybrides et multicloud, la virtualisation et les solutions sous forme logicielle se développent dans un contexte où les entreprises recherchent plus d'efficacité opérationnelle et de rapidité de provisionnement.

L'utilisation croissante d'infrastructures hyperconvergées dans l'environnement de l'entreprise et dans le cloud, les architectures doivent devenir plus efficaces, plus agiles et plus adaptables pour permettre aux professionnels de l'IT de gérer la multiplication rapide des données et les charges du travail.

Dans le cadre de ce mémoire, qui a pour objectifs de comprendre la solution hyperconvergée de Microsoft, on a pu identifier les atouts de l'hyperconvergence et les points à prendre en compte lors du déploiement de la solution.

Les atouts se résument dans :

- La simplicité de déploiement et d'administration
- La flexibilité car comme on a vu l'ajout et la suppression d'un nœud est assez rapide et assez simple et l'un des grands avantages et que l'ajout d'un nœud implique l'ajout de CPU, RAM et stockage.
- Le suivi de la montée en charge de l'environnement est plus facile.

Pour les points à prendre en compte lors du déploiement :

- Il faut éviter de faire des économies sur les équipements réseaux (y compris les cartes réseaux) et la qualité des équipements de stockage notamment au niveau des disques physiques.
- Il ne faut surtout pas choisir cette solution lorsque le réseau n'est pas adapté (bande passante inférieure à 10GbE).

Malgré qu'on n'ait pas pu faire notre stage, la réalisation de ce travail a été bénéfique et fructueuse pour nous dans le sens où elle nous a permis d'approfondir et d'acquérir de nouvelles connaissances qui seront utiles pour nous dans l'avenir.

Références bibliographiques

Référence bibliographique

- [1] <http://www.nomios.fr/quelle-infrastructure-reseau-pour-quel-usage>.
- [2] <http://www.indicerh.net/infrastructure-reseau-presentation-role-et-importance-en-entreprise>.
- [3] <https://www.appvizer.fr/magazine/services-informatiques/virtualisation/infrastructure-informatique>.
- [4] <https://www.syloe.com/glossaire/serveur-informatique/>.
- [5] <https://dico.developpez.com/html/1351-Generalites-poste-client.php>.
- [6] <http://www.nowteam.net/commutateur-reseau-role-switch>.
- [7] <https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Routeur.html>.
- [8] <https://waytolearnx.com/2019/03/difference-entre-logiciel-et-application.html>.
- [9] https://www.cisco.com/c/fr_fr/products/security/firewalls/what-is-a-firewall.html.
- [10] Eric MAILLÉ, (2010). VMware vSphere 4 : mise en place d'une infrastructure virtuelle. Edition, ENI, France, (pp 419).
- [11] Antoine CAPRA, (2015). Virtualisation en contexte HPC. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux, (pp 92).
- [12] http://www.planet-libre.org/index.php?post_id=1450.
- [13] http://yannickprie.net/archives/VEILLE-2009-2012/2012/cloudsec/livreblanc_sécurité_virtualisation.pdf.
- [14] <https://www.compufirst.com/compufirst-lab/serveur/quest-ce-qu-un-hyperviseur/main.do?appTreeId=45692>.
- [15] Yasmine MAMMASSE, Samira SAOUDI, (2016). Mémoire mester, Université Abderrahmane Mira, (pp79).

[16] Scott LOWE, (2018). L'infrastructure hyperconvergée pour les nuls. Edition, John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, New Jersey, (pp 44).

[17] <https://www.lemagit.fr/definition/Hyperconvergence-ou-Infrastructure-Hyperconvergee>.

[18] <https://www.celge.fr/article-conseil/hyperconvergence-definition-avantages>.

[19] Alphorm Formation Microsoft.Hyperconvergence.

[20] <https://www.supinfo.com/articles/single/4715-presentation-installation-windows-server-2016>.

[21] <https://tutos-gameserver.fr/2019/06/29/windows-server-2016-un-aide-memoire-serveur-dimpression/>.

[22] <https://docs.microsoft.com/en-us/windows-server/storage/storage-spaces/storage-spaces-direct-overview>.

Résumé

Les infrastructures informatiques dans une entreprise sont d'une importance capitale, il est donc nécessaire de planifier pour une bonne infrastructure qui va permettre de gagner en efficacité, agilité, dépenses budgétaires et d'assurer une bonne productivité. L'infrastructure hyperconvergée reste alors le moyen incontournable pour répondre à tous les besoins de contrôle et de production. Pour se faire, on a étudié la solution hyperconvergée proposée par Microsoft. Cette solution s'appuie sur les améliorations et les nouvelles fonctionnalités de Windows Server 2016 version DataCenter, tels que Storage Spaces Direct, PowerShell5.0 et Hyper-V. Les différentes étapes d'installation et les techniques de la mise en place de la solution hyperconvergée de Microsoft sont présentées dans ce mémoire. On a également cité les autres éditeurs de cette solution.

Mots clés : Infrastructure hyperconvergée, DataCenter, Storage Spaces Direct, PowerShell5.0, Hyper-V.

Abstract

The IT infrastructure in a company is of paramount importance, so it is necessary to plan for a good infrastructure that will allow for greater efficiency, agility, budget spending and productivity. The hyper-converged infrastructure remains then the unavoidable means to meet all the needs of control and production. To do so, we studied the hyperconverged solution proposed by Microsoft. This solution is based on the improvements and new features of Windows Server 2016 DataCenter version, such as Storage Spaces Direct, PowerShell5.0 and Hyper-V. The different installation steps and techniques for implementing the Microsoft hyper-converged solution are presented in this brief. Other vendors of this solution have also been cited.

Keywords: hyper-converged infrastructure, DataCenter, Storage Spaces Direct, PowerShell5.0, Hyper-V.